Naturwissenschaftliche Volksbücher.

Band III.

Aus dem Reiche der Naturwissenschaft

von

A. Bernstein.

Band III.

Aus dem Reiche

der

Naturwissenschaft.

Für

Jedermann aus dem Volke

von

A. Bernstein.

Dritter Band.

Berlin.
Verlag von Franz Duncker.
(W. Besser's Verlagshandlung.)
1854.

Inhaltsverzeichniß.

I. Wichtigkeit der Chemie für's Leben.

Ueber keinen Zweig der Wissenschaft herrschen im Volke so wunderbare und sonderbare Begriffe wie über die Chemie.

In gebildeten und ungebildeten Kreisen giebt es Unzählige, die sich vom Sauerstoff eine Vorstellung machen, als wäre das etwas so Saures, daß Einem die Zähne weh thun, wenn man es nur ansieht; als wäre Wasserstoff noch zehnmal nasser als Wasser und als wäre Stickstoff ein Ding, daß alle Menschen daran ersticken, wenn es nur in die Stube hineinguckt. Und doch sind die Namen Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff so geläufig geworden, daß man sie fortwährend gebrauchen hört und man meinen müßte, es könnte kein Mensch auf der Welt existiren, der diese Dinge nicht in- und auswendig genau kennt.

In Wahrheit sollte es keinen Menschen geben, der nicht mindestens Etwas von den einfachsten Elementen der Chemie weiß. Die Chemie ist in Wirklichkeit zu einer Grundquelle der Naturwissenschaft geworden. Wer sich in derselben nicht einigermaßen zurecht finden kann, der wird auf jedem Schritt der Naturwissenschaft unzähligen Dunkelheiten begegnen. Es ist in vollem Sinne des Wortes wahr, daß unser Athmen, unser Essen, das Wachsthum der Pflanze,

das Leben des Thieres, das Dasein der Gesteine und die Bildung des Wassers, mit einem Worte, daß Alles in der Welt durchdrungen ist von einer Reihe fortwährender chemischer Vorgänge, und daß kein Lichtstrahl der wirklichen Erkenntniß der Welt möglich ist, wenn man im Reiche der Chemie im Finstern herumwandelt.

Wir wollen die Gründe nicht untersuchen, weshalb selbst so viele Gebildete noch ganz unwissend sind in diesem Zweig der Wissenschaft. Leider sind unsere höheren Bildungsanstalten noch jetzt meist Schulen, wo man nur todte Sprachen und Bücher lehrt, und das bereits herangereifte Geschlecht hat in den Schulen noch mehr von dieser todten Weisheit in sich aufzunehmen gehabt. — Wenn nun auch gegenwärtig der Drang in Vielen sehr lebendig ist, etwas von der ewig lebendigen Natur kennen zu lernen, so schrecken doch die Meisten davor zurück, im reiferen Alter sich noch einmal wie Kinder in den Naturwissenschaften vom Anfang an belehren zu lassen. Sie begnügen sich, wenn sie sich einen natürlichen Vorgang nicht erklären können, mit dem Gedanken: das ist wahrscheinlich *chemisch*, und trösten sich dabei, daß es gar sehr Gelehrte und Gebildete giebt, die mehr von der Sprache der Hottentotten als von dem Thun der Chemiker verstehen.

Weil dem aber so ist, so wollen wir den Versuch machen, in einer Reihe von Artikeln ein wenig Chemie den Lesern vorzuführen. Wir wollen aber von vornherein die Schwierigkeiten aufdecken, mit denen wir und auch der Leser hierbei wird zu kämpfen haben.

Die Chemie ist eigentlich die Wissenschaft von den Grundstoffen aller Dinge. Das heißt: die Chemie lehrt, aus welchen einfachen Dingen jedes Ding in der Welt zusammengesetzt ist. Sie lehrt die Dinge zerlegen in ihre einfachsten Bestandtheile und auch wieder, so weit es geht,

aus den einfachsten Bestandtheilen zusammensetzen. Könnten wir nun vor jeden unserer Leser hintreten mit irgend einem Ding in der Hand, und wäre es auch nur ein wenig gewöhnliches Kochsalz, und könnten ihm zeigen: Sieh her, dieses Salz, von dem wir täglich ganze Massen genießen, es besteht aus zwei ganz kuriosen Grundstoffen, von denen der eine eine giftige Luftart, und der andere ein Metall, ein wirkliches Metall ist, — könnten wir hierzu vor seinen Augen zeigen, daß es so ist, indem wir die Zerlegung auf chemischem Wege vornehmen, bis beide Grundstoffe entstehen, — so würde dieser einzige Versuch allein schon hinreichen, einen ganz bedeutenden Blick in das Wesen der Chemie darzubieten. Die Verständigung über alles Uebrige würde dadurch ungeheuer erleichtert.

Leider aber können wir nicht so vor den leibhaftigen Augen unserer Leser Versuche machen. Wir müssen das, was man mit einem Blick sehen kann, mit vielen, vielen Worten durch Beschreibung deutlich zu machen suchen — eine Arbeit, die gerade in diesem Fache sehr schwierig ist — und müssen dabei noch vom Leser hoffen, daß er sich gleichfalls einige Mühe gebe, und durch besondere Aufmerksamkeit dem Verständniß entgegenkommen möge.

Darum aber wollen wir nur um so muthiger daran gehen und unsern Lesern, wenn auch nicht gleich eine Handvoll Kochsalz, so doch wenigstens etwas Sauerstoff vorführen.

II. Sauerstoff mit Kohle und mit Schwefel.

Sehen wir uns einmal an, was denn eigentlich Sauerstoff ist.

Gesetzt, es brächte Jemand einem Unkundigen eine Flasche voll Sauerstoff, so würde dieser sicherlich behaupten,

es sei eine leere Flasche. Er würde die Flasche schütteln und finden, daß gar nichts darin ist, denn Sauerstoff ist wie Luft durchsichtig und farblos. Er würde den Stöpsel aufmachen und daran riechen; aber auch da nichts finden, denn Sauerstoff ist ein geruchloses Gas. Er würde die Zunge hineinstecken, um davon etwas zu schmecken; aber auch da nicht die Spur entdecken, denn Sauerstoff ist auch ein geschmackloses Gas. Das heißt, es schmeckt nicht etwa schlecht, sondern gar nicht.

Und doch wird der Unkundige Mund und Augen aufsperren, wenn er durch einige Versuche erst sehen wird, was denn mit diesem Sauerstoff eigentlich los ist. —

Wir wollen uns einmal ein paar Versuche derart ansehen.

Man nimmt ein Stückchen Holzkohle und steckt's auf einen Draht, zündet es an, daß es ein wenig glimmt und steckt es so in die Flasche mit Sauerstoff, und sofort wird man sehen, wie die Kohle mit wundervoll lebhafter Flamme darin zu brennen anfängt. Zieht man's schnell heraus, so glimmt's wieder nur, steckt man's wieder hinein, so flackert's wieder lebhaft auf, bis die Kohle ganz und gar verzehrt ist.

Also in der Flasche muß doch etwas anderes sein als gewöhnliche Luft!

Wie aber, wenn man viel Kohle zu diesem Versuche nimmt? Wird sie immerfort so schön verbrennen? Dies wird nicht der Fall sein. Es wird nur eine bestimmte Masse von Holzkohle in der Flasche verbrennen und dann ist es aus. Der Versuch kann nicht wiederholt werden, wenn man nicht neuen Sauerstoff in die Flasche hineinthut; denn es ist kein Sauerstoff mehr drinnen.

Wo aber, muß der Unkundige fragen, ist der Sauerstoff geblieben? Und wo ist eigentlich der Theil Kohle

geblieben, der darin rein aufgebrannt ist? Und endlich, was ist denn jetzt in der Flasche d'rin? —

Hierauf wird ihm der Kundige antworten: Der Sauerstoff ist nicht verschwunden und die Kohle ist nicht verschwunden, sondern beides ist noch immer in der Flasche, und zwar ist in der Flasche jetzt eine neue Luftart, die man Kohlensäure nennt, weil eben diese Luftart besteht aus Kohlen- und Sauerstoff, die sich chemisch verbunden haben.

Gewiß wird der Unkundige hierüber staunen und über das, was man chemische Verbindung nennt, eine Aufklärung haben wollen; denn das muß doch ein ganz eigenthümlich Ding sein, wenn es eine schwarze rußige Kohle mit der klaren durchsichtigen Luftart, wie der Sauerstoff, so durcheinander arbeiten kann, daß aus beiden zusammen eine neue Luft wird, die gar nicht ein bischen rußig ist. Aber ohne Zweifel wird der Kundige sagen: Halt ein, Freund, mit Fragen, das soll Dir Alles schon später klar werden, für jetzt wollen wir noch ein paar andere Versuche machen.

Und wir wollen's auch so machen:

Wir nehmen nun eine neue Flasche voll Sauerstoff, und stecken statt der Kohle ein paar Schwefelfäden an den Eisendraht, zünden diese an und stecken sie brennend in die Flasche. Sofort wird man sehen, daß der Schwefel in wundervoller, blauer Flamme verbrennt. — Wenn man damit fertig ist, so wird man bemerken, daß wieder der Sauerstoff fort ist, denn weder Kohle noch Schwefel wollen in der Flasche brennen. Auch vom Schwefel ist ein Theil weg; dafür aber ist in dieser Flasche eine neue Luftart, die sehr stechend riecht, und von der Jeder am Geruch erkennen wird, daß dies so etwas von Schwefelsäure sein muß. Und wirklich ist die Luftart etwas derartiges, es ist schweflige Säure, die man, wie wir später erfahren werden, in

wirkliche flüssige Schwefelsäure verwandeln kann. — Genug, wir haben hier wieder einen Fall, wo sich ein fester Körper Schwefel, mit einem luftförmigen, Sauerstoff, chemisch verbunden hat und dadurch ist eine neue Luftart entstanden, die nicht wie Schwefel riecht und nicht wie Sauerstoff geruchlos ist, sondern einen stechenden das Athmen erschwerenden Geruch hat. — Ja, wenn wir versichern, daß man aus Schwefel und aus Sauerstoff wirkliche Schwefelsäure macht und alle Schwefelsäure in der Welt nur aus diesen Dingen gemacht worden ist, so wird man gestehen müssen, daß es um die Chemie etwas ganz wunderliches ist, denn sie kann eine Luftart und einen festen Körper mit einander so verbinden, daß daraus eine Flüssigkeit entsteht.

Doch wir können uns jetzt auch bei der Erklärung dieses Vorganges noch nicht aufhalten, sondern wollen im nächsten Abschnitte noch einen dritten Versuch mit dem Sauerstoff anstellen.

III. Sauerstoff und Phosphor. — Sauerstoff und Eisen.

Der Versuch, den wir jetzt mit dem Sauerstoff anstellen, besteht darin, daß wir ihn einmal mit Phosphor in Verbindung bringen wollen.

Unsere gewöhnlichen Zündhölzchen, die man durch Reiben zum Brennen bringt, erhalten diese Eigenschaft eben durch den Phosphor, in welchen man ihre Spitze eingetaucht hat. Phosphor ist so leicht entzündlich, daß er durch die Wärme, welche beim Reiben entsteht, in Brand geräth. Der brennende Phosphor bringt nun den Schwefel in Brand, mit welchem jedes Zündhölzchen überzogen ist, und der Schwefel zündet wiederum das Hölzchen selber an. Der

Phosphor ist es, den man leuchten sieht, wenn man im Finstern mit der warmen Hand über die Zündhölzchen fährt. Man bemerkt sowohl über dem Zündhölzchen wie auf der Hand einen leuchtenden Nebel schimmern, der eben nichts ist als der sehr leicht brennende Phosphor. Allein an unsern Zündhölzchen ist der Phosphor nicht rein, und hat außerdem noch einen farbigen Lacküberzug, damit die Entzündung nicht gar zu leicht geschehe, was viel Unglück veranlassen würde. Ein reines Stückchen Phosphor ist weiß und weich wie Wachs; und ein solches Stückchen, ungefähr so groß wie eine Erbse, wollen wir zu unserm jetzigen Versuch verwenden.

Bringt man solch ein Stückchen Phosphor an einen Draht an und hält ihn in die Flasche, die mit Sauerstoff gefüllt ist, so braucht man den Phosphor nur mit einer erwärmten Stricknadel zu berühren, um ihn in Brand zu bringen, und der Phosphor brennt in dem Sauerstoff mit einem herrlichen leuchtenden Glanz, der das Auge fast blendet und den Eindruck des Sonnenlichtes auf dasselbe macht. Hierbei füllt sich die Flasche mit einem weißen Rauch an, der, wenn man die Flasche ruhig stehen läßt, sich zu Boden legt, und wenn man vorher etwas Wasser in die Flasche gethan hat, sich mit dem Wasser mischt und diesem einen sauern Geschmack giebt.

Auch bei diesem Versuch ist der Sauerstoff fort und der Phosphor fort; aber sie sind nicht verschwunden, sondern sie haben sich chemisch verbunden und haben einen neblichen Stoff gebildet, der, weil er eben aus Phosphor und Sauerstoff besteht, den Namen Phosphorsäure führt.

Man wird nun schon einsehen, weshalb das Gas, mit dem wir eben die Versuche anstellen, den Namen Sauerstoff hat, denn in der That ist es diese Luft, die in Verbindung mit Kohle, mit Schwefel und mit Phosphor und

noch vielen andern Dingen Stoffe erzeugt, die einen sauern Geschmack haben, und wir werden später sehen, daß es der Sauerstoff wirklich ist, der auch andere Dinge sauer macht, wie z. B. das Bier, die Milch, wenn sie lange offen gestanden haben.

Wir werden sogleich den merkwürdigen Sauerstoff noch gründlicher kennen lernen, wollen aber für jetzt noch einen sehr interessanten Versuch mit ihm machen.

Man nehme einen feinen Eisendraht und drehe ihn so über ein Stück Tafelstein, daß der Draht wie ein Pfropfenzieher aussieht. Nun ziehe man den Tafelstein heraus und stecke unten an das Ende dieses künstlichen Pfropfenziehers ein Stückchen Feuerschwamm. Zündet man diesen Schwamm an und steckt ihn mit dem Draht hinein in eine Flasche, die mit Sauerstoff gefüllt ist, so fängt erst der Schwamm an lebhaft zu brennen; dann aber zündet er auch den Draht selbst an, und dieser fängt an zu glühen und Funken zu sprühen, als ob er ein leichtes Stückchen trockner Holz wäre. Ja, der Draht verbrennt vollständig und fällt in kleinen Kügelchen auf den Boden der Flasche, und diese Kügelchen sind so furchtbar heiß, daß selbst, wenn ein wenig Wasser unten in der Flasche ist, die Kügelchen im Wasser nicht erkalten, sondern sich in den Boden der Flasche einsenken und in dem Glase einschmelzen.

Aus diesem interessanten Versuch sieht man, daß nicht nur Kohle, Schwefel und Phosphor im Sauerstoff lebhafter brennen als in der gewöhnlichen Luft, sondern daß auch Eisen, welches in der gewöhnlichen Luft sofort zu glühen aufhört, so wie man es aus dem Feuer nimmt, im Sauerstoff fortglüht und rein verbrennt, als wäre es ein Streifchen Holz.

Auch bei diesem Versuch ist der Sauerstoff aus der Flasche fort und ebenso ist das Eisen verbrannt; dafür

aber hat man die Kügelchen, die herabgefallen sind: und woraus bestehen diese Kügelchen? Sie bestehen wirklich aus Eisen in chemischer Verbindung mit Sauerstoff. — Man kann es beweisen, daß dies so ist. Wenn man nämlich den Eisendraht vor dem Versuch ganz genau gewogen hat, und man auch weiß, daß man etwa 10 Gran Sauerstoff in der Flasche hatte, so wird man finden, daß der Sauerstoff ganz verzehrt ist und die Kügelchen und der etwanige Rest vom Draht jetzt netto 10 Gran mehr wiegt als vor dem Versuch.

Wir wollen nun vorläufig keine neuen Versuche vornehmen, sondern die Erklärung all' derselben unsern Lesern vorführen.

IV. Wie gewinnt man Sauerstoff?

Bevor wir weiter gehen in unsern Mittheilungen über den Sauerstoff, müssen wir erst eine Frage beantworten, die gewiß schon vielen unserer Leser mehrmals auf der Zunge geschwebt hat. Wir meinen die Frage: Wo bekommt man denn eine Flasche voll Stauerstoff her?

Den Sauerstoff findet man überall; aber nirgend in der Natur rein, das heißt unvermischt und unverbunden mit andern Stoffen. Reines Sauerstoffgas muß man sich erst künstlich darstellen, wenn man es haben will.

Die Luft, die die ganze Erde umgiebt, die Luft, die in unsern Stuben, auf den Straßen, in Wald und Feld und Garten ist, besteht aus Sauerstoff; aber dieser Sauerstoff ist mit einer zweiten Luftart gemischt, die man Stickstoff nennt. Sauerstoff und Stickstoff beisammen athmen wir fortwährend ein, und zwar besteht die Luft aus vier Theilen Stickstoff und einem Theil Sauerstoff, die untereinander gemengt sind und die merkwürdigerweise sich allent-

halben in solchem Verhältniß mengen. Unser Mitbürger, der große Alexander von Humboldt, hat schon vor funfzig Jahren Proben angestellt und die Luft in den überfülltesten Theatern in Paris, auf den höchsten Spitzen der Berge der Erde, und in den höchsten Regionen der Luft, welche er mit Luftballons erreichen konnte, untersucht, und hat das merkwürdige Resultat gefunden, daß allenthalben die Luft genau aus derselben Mischung besteht. Die verdorbene Luft in Theatern und überfüllten Räumen rührt nur daher, daß sich noch andere Stoffe der Luft beimischen. Das Verhältniß des Stickstoffs zum Sauerstoff bleibt aber merkwürdigerweise allenthalben dasselbe. Eine Thatsache, die bisher noch nicht vollständig erklärlich ist.

Genug, es fehlt nicht an Sauerstoff; aber ihn rein zu erhalten, das ist ein Kunststück, das nur der Chemiker kann.

Das Kunststück wäre sehr leicht, wenn man nur wüßte, wie man den Stickstoff fortbringt. Jede leere Flasche ist bekanntlich nicht leer, sondern es ist Luft darin, das heißt: in der Flasche stecken vier Theile Stickstoff und ein Theil Sauerstoff. Erfände nun ein Mensch ein Ding, das die Eigenschaft hätte, nur Stickstoff in sich einzusaugen und keinen Sauerstoff, so brauchte man nur dies Ding in die Flasche zu werfen, diese zuzustopfen, und nach einer Weile, wenn aller Stickstoff aufgesogen ist, wäre in der Flasche wirklich reiner Sauerstoff vorhanden. Aber das Ding ist noch nicht erfunden und wird vielleicht nie erfunden werden, obgleich diese Erfindung die größte der Welt wäre. Es ist nämlich eigenthümlich, daß Alles, was wir in der Welt kennen, weit eher den Sauerstoff an sich zieht, als den Stickstoff.

Wir haben es gesehen, daß sich Kohle mit Sauerstoff verbindet und Kohlensäure bildet, desgleichen wie es Schwefel

Phosphor und Eisen thut. Es thun dies aber alle Dinge in der Welt, die wir kennen. Unter gewissen Umständen verbinden sich alle Stoffe leicht mit Sauerstoff; aber bei weitem schwerer mit dem Stickstoff. Daher kommt es denn, daß man sehr leicht reinen Stickstoff darstellen kann, aber nicht so leicht reinen Sauerstoff.

Will man nun aber reinen Sauerstoff haben, so muß man dies künstlich anstellen.

Wir wollen nun einen solchen Versuch anführen.

Es giebt ein rothes Pulver, das den Namen hat: Quecksilber-Oxyd, und dies besteht aus Quecksilber und Sauerstoff, die chemisch verbunden sind. Quecksilber hat gewiß schon jeder unserer Leser gesehen; dieses flüssige schwere Metall kann man in Salpetersäure auflösen und durch weitere chemische Behandlung dahin bringen, daß es zu einem rothen Pulver wird, das, beiläufig gesagt, sehr giftig ist, dem aber kein Mensch ansehen wird, daß dies Quecksilber gewesen. Dieses Quecksilber hat nun ebenso Sauerstoff in sich verbunden, wie es bei den Kügelchen der Fall war, die während des Verbrennens des Eisendrahtes entstanden sind. — Und dieser Sauerstoff eben kann durch Hitze wieder ausgetrieben und durch geeignete Vorrichtungen aufgefangen werden.

Wie man das macht, das kann man durch bloße Beschreibung nicht gut deutlich zeigen, genug, wenn unsere Leser sich das eine merken, daß man des Sauerstoffs nicht rein habhaft werden kann, wenn man ihn nicht aus einer chemischen Verbindung treibt, in welcher er mit einem andern Stoff sich befindet. —

Nun aber ist es hohe Zeit, sich klar zu machen: was ist denn das: eine chemische Verbindung? — Warum ist der Stickstoff so eigensinnig, sich nicht zu verbinden und

warum der Sauerstoff so gutwillig, allenthalben eine Verbindung einzugehen?

Wir haben gesehen, daß sich Kohle verbindet mit Sauerstoff, Schwefel verbindet mit Sauerstoff, daß Phosphor, Eisen, Quecksilber sich mit Sauerstoff verbinden und können noch versichern, daß auch Silber, Kupfer, Blei, Zink und noch viel, viel andere Dinge die Verbindung mit Sauerstoff eingehen. Wie ist es denn nun, wenn sich mehrere Dinge dem Sauerstoff darbieten, mit denen er sich verbinden kann, — kann man da auch sagen, welche Verbindung er vorziehen wird?

Das sind Fragen, die uns, verehrter Leser, schon ein ganzes Stück tief in die Chemie hineinführen; und darum eben wollen wir daran gehen, diese Fragen zu ordnen und möglichst klar zu beantworten.

V. Was ist eine sogenannte chemische Verbindung?

Wir wollen es vorerst einmal klar zu machen suchen, was denn eigentlich eine chemische Verbindung ist; wir werden dadurch in den Stand gesetzt werden, die äußerst wichtige Verbindung des Sauerstoffs mit andern Stoffen unsern Lesern deutlicher zu machen. Vorerst aber müssen wir eine Hauptaufgabe der Chemie etwas näher kennen lernen.

Fast alle Dinge, die man im gewöhnlichen Leben oder in der Natur zu Gesichte bekommt, sind nicht einfache Stoffe, sondern sie sind zusammengesetzt aus verschiedenen Stoffen. Nur einzelne Metalle, wie Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Blei, Zink u. s. w. sind einfache Stoffe, und kommen im gewöhnlichen Leben vor.

Die Chemie hat sich aber die Aufgabe gestellt, herauszubringen, aus wie viel einzelnen Stoffen eigentlich die

Welt besteht und hat zu diesem Zweck alles, was nur zu haben ist, der Untersuchung unterworfen. Bei dieser Untersuchung fand sich denn, daß all die vielen Millionen Dinge, die auf Erden vorhanden sind, nur bestehen aus einigen sechszig einfachen Stoffen, die in verschiedener Weise mit einander verbunden, die verschiedensten Dinge in der Welt bilden. Man kann gewissermaßen sagen: der Schöpfer aller Dinge hat nur gebraucht einige sechszig Dinge zu erschaffen, denn aus diesen sechszig Dingen und ihren verschiedenen Verbindungen untereinander kann man die ganze Welt zusammenstellen.

Wir haben schon das Beispiel mit dem Kochsalz angeführt. Wer in aller Welt würde glauben, daß Kochsalz aus zwei Dingen gemacht ist, von denen das eine ein Metall und das andere eine giftige Luftart ist; und doch ist es so. Das Metall heißt Natrium und die Luftart heißt Chlor. Diese beiden sind die Grundstoffe, die, wenn sie sich chemisch verbinden, reines Kochsalz werden. Also Salz ist kein Grundstoff und brauchte auch nicht geschaffen zu werden. Aber man glaube ja nicht, daß aus dem Natrium etwa nichts weiter gemacht werden kann als Kochsalz, oder daß das Chlor nur dazu gebraucht wird. Das Natrium verbindet sich mit vielen andern Stoffen zu ganz andern Dingen und das Chlor nicht minder. Und so geht es mit allen andern Grundstoffen; sobald sie sich chemisch mit einem andern Stoff verbinden, wird aus ihnen ein ganz ander Ding, das weder in Ansehen, noch in Geschmack, noch im Geruch den Grundstoffen oder einer andern Verbindung derselben ähnlich wird. —

Wie aber ist es eigentlich mit der chemischen Verbindung? Wie wird die bewerkstelligt? und wodurch wird sie hervorgerufen? Kann man alle Dinge in der Welt chemisch mit einander verbinden?

Hierauf giebt die Chemie folgende Antwort:

Die sechszig Grundstoffe, die man auch Elemente nennt, haben die besondere Eigenschaft, daß unter gewissen Umständen die kleinsten Theilchen eines Stoffes eine Anziehung ausüben auf die kleinsten Theilchen eines andern Stoffes, und dadurch verbinden sich zwei Stoffe durch eine eigne Kraft der Anziehung und bilden in ihrer Vereinigung ein ganz neues Ding, das den Stoffen oft gar nicht mehr ähnlich ist.

In den gewöhnlichen Lehrbüchern ist diese Neigung eines Stoffes, sich mit einem andern Stoff zu verbinden, mit dem Namen „Verwandtschaft" bezeichnet; und man sagt zum Beispiel: „der Sauerstoff hat eine Verwandtschaft zur Kohle und verbindet sich mit ihr chemisch, um Kohlensäure zu bilden." Allein diese Bezeichnung „Verwandtschaft" führt sehr leicht irre, denn man glaubt, daß die Stoffe, die eine Verwandtschaft zu einander haben, auch unter einander in irgend welcher Weise sich gleich oder ähnlich sein müssen, wie das eben im gewöhnlichen Leben bei Verwandten der Fall ist. — Die Sache ist aber gerade umgekehrt: Je verschiedener und abweichender die Eigenschaften zweier Stoffe von einander sind, desto lebhafter findet ihre Verbindung statt.

Zwei Stoffe, die ihrer Natur, ihren Eigenschaften nach sich ähnlich sind, verbinden sich gar nicht miteinander oder nur äußerst schwierig. Z. B. Eisen und Silber sind zwei Grundstoffe, die ihrer Natur nach viel Aehnlichkeit mit einander haben; aber sie verbinden sich nicht chemisch miteinander. Dahingegen ist Sauerstoff ein Ding, das nicht die geringste Aehnlichkeit mit Silber hat und eben so wenig mit Eisen, und doch verbindet sich unter geeigneten Umständen Silber mit Sauerstoff und bildet ein dunkles Pulver, dem es kein Mensch ansehen möchte, daß dies das blanke Silber nnd der lichte durchsichtige Sauerstoff

ist; und eben so verbindet sich Sauerstoff mit Eisen und bildet unsern gewöhnlichen Rost, der alles Eisen überzieht, wenn es der feuchten Luft ausgesetzt ist. —

Wir wollen uns also vorläufig mit dem einen Lehrsatz begnügen, daß unter den sechszig Grundstoffen eine Verbindungslust stattfindet, die aber immer größer wird, je unähnlicher sich die Stoffe ihrer Natur nach sind.

VI. Die Verbrennung.

Nachdem wir gesehen, daß die chemischen Grundstoffe einen eigenthümlichen Trieb haben, sich mit einander zu verbinden, und auch zugleich erfahren haben, daß dieser Trieb der Verbindung immer stärker ist, je weniger die Stoffe sich ihrer Natur nach ähnlich sind, wollen wir nunmehr daran gehen, die Verbindungen des Sauerstoffs, die Umstände und die Erscheinungen, unter welchen sie stattfinden, etwas näher kennen zu lernen.

Man darf sich nicht vorstellen, daß zwei Stoffe immer sich sofort verbinden, wenn man sie zu einander bringt; es sind vielmehr Umstände dabei nöthig, durch welche die Verbindung bewerkstelligt, begünstigt und je nachdem beschleunigt wird.

Wir haben gesehen, daß sich Sauerstoff und Kohle verbunden und Kohlensäure gebildet haben. Dazu ist aber durchaus nöthig, daß man die Kohle anzündet oder richtiger, es findet die Verbindung nur bei dem Grade von Erhitzung statt, in welchem die Kohle in Gluth geräth. — Ebenso ist es mit den andern Stoffen der Fall gewesen, die wir bei den Versuchen mit dem Sauerstoff erwähnt haben. Schwefel kann man Tage lang im Sauerstoff liegen lassen, ohne daß er sich mit dem Sauerstoff verbindet

und schweflige Säure bildet. Erst wenn man ein kleines Stückchen davon in Brand setzt, erst dann tritt die Verbindung ein, und durch die Verbindung entsteht ein so hoher Grad von Hitze, daß der noch nicht entzündete Schwefel sich entzündet und die Verbindung immer weiter vor sich schreitet.

Es ist von der äußersten Wichtigkeit, sich dies so klar wie möglich zu machen, denn hierdurch erst ist man im Stande, sich eine große Masse von Erscheinungen, die man alltäglich sieht, zu erklären.

Woher mag es wohl kommen, daß ein paar glühende Kohlen einen ganzen Ofen voll Holz in Brand setzen und in Kohle verwandeln? Und was ist dazu nöthig, wenn dies geschehen und die Kohlen nicht ausgehen sollen?

Es kommt dies daher, daß die paar glühenden Kohlen dem Holz, dem sie nahe liegen, einen hohen Grad von Hitze verleihen. Da aber Holz selbst aus Kohlenstoff besteht, so bewirkt die Hitze, daß der Kohlenstoff des Holzes sich mit dem Sauerstoff der Luft, die im Ofen ist, verbindet, und hierdurch geräth das den Kohlen nahe liegende Theilchen Holz in Brand. — Nöthig ist aber hierzu, daß frische Luft in den Ofen einströmt, denn nur so lange frischer Sauerstoff dem Holz zugeführt wird, so lange kann die Verbindung fortdauern. Führt man keinen Sauerstoff zu, so geht das Feuer aus, d. h. die chemische Verbindung des Sauerstoffs mit dem Kohlenstoff des Holzes hört auf.

Daher weiß es auch schon jedes Kind, daß ein Ofen Zug haben muß, d. h. man muß in jedem Ofen die Klappe, die zum Schornstein führt, öffnen, damit die heiße Luft des Ofens, in welcher der Sauerstoff schon verbraucht ist, nach oben abströmen kann; an der Ofenthüre aber muß man eine kleine Klappe öffnen, damit frische Luft zuströmt, in welcher Sauerstoff vorhanden ist, damit dieser Sauerstoff

sich immer weiter mit der erhitzten Kohle verbinden kann, d. h. damit das Feuer fortbrennt.

In der That, wenn man keine frische Luft, also keinen neuen Sauerstoff zuläßt, geht das Feuer aus; denn das Feuer entsteht eben nur dadurch, daß eine chemische Verbindung zwischen dem Sauerstoff und dem Kohlenstoff des Holzes stattfindet. Und umgekehrt, macht man eine Vorrichtung am Ofen, durch welche im Innern des Ofens sich immer frischer Sauerstoff neu bildet, so braucht man keine Zugklappe an der Ofenthür, denn so lange Sauerstoff im Ofen ist, so lange wird auch das Holz brennen, oder chemisch ausgedrückt: so lange wird auch die chemische Verbindung von Sauerstoff und Kohlenstoff im Ofen stattfinden.

Hierdurch wird sich Jedermann sehr leicht überzeugen, daß die Chemie zwar eine Kunst ist, die scheinbar noch von wenig Menschen gekannt wird; aber im praktischen Leben wird sie von allen Dienstmädchen und Hausfrauen ausgeübt, denn wer auch nur einmal einen Ofen geheizt hat, hat eigentlich ohne zu wissen dasselbe Kunststück gemacht, das wir im ersten Versuch vorgeführt haben. Er hat eine chemische Verbindung von Sauerstoff und Kohlenstoff hergestellt.

Darum sind auch die Oefen die besten, die einen starken Zug haben, d. h. wo recht viel frische Luft mit recht starkem Strom durch die Klappe der Ofenthür hineinzieht, so daß recht viel Sauerstoff aus der Luft durch das heiß gewordene Holz zieht und sich mit diesem chemisch verbindet. Darum pustet auch die Köchin in das Feuer auf den Heerd, damit es besser brenne, d. h. sie treibt mit dem Pusten einen Strom von Luft ins Feuer hinein, damit mehr Sauerstoff an das erhitzte Holz komme. Darum braucht der Feuerarbeiter den Blasebalg, damit die schwer

brennende Steinkohle recht viel Sauerstoff bekomme zur chemischen Verbindung, die eben das Brennen zu Wege bringt, und darum brannte auch bei unserm Versuch das Stückchen Kohle so schön in der Flasche voll Sauerstoff, weil eben das Verbrennen nur eine Erscheinung ist, welche stattfindet, wenn sich Sauerstoff recht schnell und energisch mit Kohle oder mit andern Stoffen verbindet.

Man sieht wohl, daß eigentlich alle Welt Chemie treibt, ohne daß sie es weiß.

VII. Die Lehre der Chemie über das Verbrennen.

Nachdem wir nun gesehen haben, was denn eigentlich beim Verbrennen des Holzes vor sich geht, daß hierbei eben eine chemische Verbindung des Sauerstoffs mit dem Kohlenstoff des Holzes stattfindet, können wir einen großen Lehrsatz der Chemie aussprechen, den wohl schon Jedermann oft genug gehört, aber Viele doch nicht verstanden haben. Der Lehrsatz lautet:

Verbrennung ist gar nichts anderes als ein chemischer Prozeß, und Feuer ist nur eine Erscheinung dieses Prozesses.

Bei allen Verbrennungen, die wir vornehmen, wenn wir ein Licht, eine Lampe, ein Stück Holz anzünden, thun wir gar nichts anderes, als daß wir Licht, Lampe oder Holz in den Zustand versetzen, in welchem sich gewisse Stoffe mit dem Sauerstoff der Luft verbinden können.

Ein brennendes Licht verlischt sofort, wenn wir ihm den Sauerstoff der Luft entzogen haben. Stellt man ein Stückchen Licht auf den Tisch und deckt ein leeres Bierglas darüber, so fängt das Licht bald an dunkler zu brennen und geht endlich aus. Denn das Fortbrennen ist nur eine Erscheinung, die stattfindet während der Verbindung

des Brennstoffs mit dem Sauerstoff der Luft. Könnte man die Erfindung machen, daß man einem großen Theil der Luft den Sauerstoff entzieht, so wäre man im Stande, brennende Häuser augenblicklich zu löschen; (man brauchte nur dem Brand den Sauerstoff zu entziehen). Die Wärme und das Licht des Feuers sind nur Erscheinungen eines chemischen Prozesses. Die Flamme eines gewöhnlichen Lichtes kann Jedermann schon viel Belehrendes bieten. Dort wo die Flamme mit dem Sauerstoff der Luft in naher Berührung ist, in der äußeren Hülle der Flamme, dort ist sie heiß und hell; im Innern der Flamme aber, wohin nur wenig Sauerstoff dringt, ist sie weder so hell noch so heiß. Hält man einen dünnen Holzspan gerade mitten durch die Flamme, so wird man bemerken, daß dieser nicht in der Mitte zu brennen anfängt, sondern an beiden Seiten. Bei einiger Geschicklichkeit kann man den Span zeitig genug wieder herausnehmen, bevor er zu brennen angefangen und man bemerkt, daß nur die Ränder der Flamme das Holz verkohlt haben, während die Mitte der Flamme den Span fast unversehrt ließ. —

Hieraus aber kann man die große Wahrheit lernen, daß je schneller und leichter ein brennbarer Stoff sich mit Sauerstoff verbindet, desto stärker ist die Wärme, die daraus entsteht, und je schwerer und langsamer ein Stoff sich mit Sauerstoff verbindet, desto weniger Wärme wird dadurch entwickelt.

Jetzt wird es auch Jedem klar werden, warum die Stubenöfen schlecht heizen, in denen das Holz langsam verbrennt, obgleich man in ihnen stundenlang Feuer hält, während die Oefen gut heizen, in denen das Feuer schnell ausgebrannt ist. Die Oefen, in denen das Holz langsam verbrennt, haben nicht Zug genug, es strömt dem Holze wenig Sauerstoff zu und die Flamme ist daher nicht so

heiß. In solchen Oefen dagegen, in denen ein tüchtiger Zug durchgeht, also ein Strom Sauerstoff sich immerfort dem Holze darbietet, ist die Flamme heißer, sie durchwärmt den Ofen weit stärker, und da das Feuer schnell aus ist und man die Klappe, die zum Schornstein führt, auch schnell schließen kann, geht wenig Wärme verloren.

Ja, das Zuführen des Sauerstoffs zur Flamme ist auch darum wichtig, weil dadurch viel Theile verbrennen, die sonst unverbrannt bleiben.

Schon jede Köchin weiß es, daß das Feuer, wenn es auf dem Heerd nicht brennen will, außerordentlich stark raucht; bläst man es an, so schlägt die Flamme hoch auf und der Rauch verschwindet. — Was aber ist der Rauch und wo bleibt er beim Anblasen? Der Rauch ist fast nichts als feine Kohle, die mit der heißen Luft nach oben steigt. Bläst man das Feuer tüchtig an, so giebt man ihm viel Sauerstoff und vermehrt seine Hitze; in dieser Hitze verbindet sich auch die feine Kohle des Rauches mit dem Sauerstoff und giebt eine herrliche heiße Flamme; entzieht man ihm den Sauerstoff, so geht der Rauch, also ein kostbarer Theil des Holzes unverbraucht fort und setzt sich als Ruß in den Schornstein.

Bei einer gewöhnlichen Lampe mit einem Zylinder kann man einen vortrefflichen Versuch hierüber anstellen. Warum brennt die Lampe flackrig, rußig und trübe, wenn man den Zylinder abnimmt, und weshalb brennt sie hell, weiß und rein, wenn man den Zylinder wieder aufsetzt? — Aus keinem andern Grunde, als weil der Zylinder, wenn er auf die brennende Lampe gesteckt wird, eine vortreffliche Art von Blasebalg ist.

Der Zylinder ist oben und unten offen. Oben strömt die heiße Luft immerfort aus und von unten strömt in einem fort frische Luft zu, dadurch erhält die Flamme

fortwährend frischen Sauerstoff und es entsteht so eine bedeutende Hitze; in dieser Hitze vermag aber auch der Ruß zu brennen, d. h. er kann sich mit dem zuströmenden Sauerstoff verbinden und deshalb ist die Flamme leuchtend und heiß. Nimmt man aber den Zylinder ab, so hört die Strömung der Luft an der Flamme auf und ein Theil des brennbaren Stoffes geht als Ruß verloren.

VIII. Chemie ist allenthalben.

Wir haben nun gesehen, daß man gar nicht weit umher zu suchen hat, um auf chemische Prozesse zu stoßen, daß das Feuer jeder Köchin auf dem Heerd, jedes Feuer, das man im Ofen anzündet, nichts ist als ein Stück Chemie; denn Verbrennen ist Herstellung einer chemischen Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff, und das Feuer ist nur eine Erscheinung, die bei dieser Verbindung zum Vorschein kommt.

Wo aber bleibt in solchen Fällen das Resultat der Verbindung?

Bei unserm Versuch, wo wir Kohle in Sauerstoff verbrennen ließen, entstand Kohlensäure als das Resultat der Verbrennung, und wir sahen, daß diese Kohlensäure nichts ist, als die Kohle und der Sauerstoff, die sich zu einer neuen Luftart verbunden haben. — Geschieht nun beim Verbrennen des Holzes auch dergleichen?

Es geschieht auf jedem Heerd und in jedem Ofen ganz dasselbe. Jeder Heerd und jeder Ofen ist eine chemische Fabrik, in welcher Kohlensäure fabrizirt wird, die Leute wissen das gewöhnlich nur nicht, und nicht selten geschieht großes Unglück durch diese Unwissenheit.

Die reine Kohlensäure ist nämlich ein farbloses, fast

geruchloses Gas, in welchem man nicht leben kann. Thiere, die man in ein Gefäß bringt, in welchem nur Kohlensäure enthalten ist, ersticken sehr bald, denn zum Leben ist das Einathmen von Sauerstoff nöthig — wir werden später sehen, warum dies so ist —; da aber in der Kohlensäure der Sauerstoff schon verbunden ist mit dem Kohlenstoff, kann er in den Lungen des Thieres nicht die Wirkung thun, die zum Leben nöthig ist, und das Thier erstickt ganz so, als ob es gar keine Luft hätte einathmen können. Die Kohlensäure ist also eine für unsere Stuben schädliche Luftart und deshalb ist es auch wichtig, daß sie mit dem Rauch und mit der erhitzten Luft hinauszieht in den Schornstein, und dies geschieht auch, obgleich die Kohlensäure eine Luftart ist, die schwerer wiegt als gewöhnliche Luft und bei ruhiger Luft zu Boden sinkt.

Allein noch bei weitem schädlicher als reine Kohlensäure ist die halbfertige Kohlensäure, die den Namen Kohlen-Oxydgas hat. In der Kohlensäure ist immer zweimal so viel Sauerstoff als Kohle; in der halbfertigen Kohlensäure ist nur so viel Sauerstoff wie Kohlenstoff enthalten, und diese wirkt auf die Lungen außerordentlich giftig.

Wenn nun in einem Ofen, der keinen reichlichen Zug hat, Feuer angemacht wird, so entwickelt sich zuerst in demselben die halbfertige Kohlensäure, sobald nicht Sauerstoff genug da ist, die vollständige Kohlensäure zu bilden; schließt man nun zu früh die Klappe, die zum Schornstein führt, so füllt sich zuerst der Ofen mit diesem Kohlengas, sodann fängt es an in die Stube hineinzuströmen, und da es schwerer ist als die gewöhnliche Luft, nimmt dies Gas die unterste Schicht am Fußboden ein und steigt bei der Vermehrung immer höher.

Dieses Gas ist aber beim Athmen so gefährlich, daß wenig Augenblicke ausreichen, den Tod herbeizuführen, und

dieses Unglück geschieht in gar vielen Fällen und oft in einer Weise, die Vielen unerklärlich ist.

Es kam bei solchen Gelegenheiten schon öfter vor, daß die, welche auf Stühlen saßen oder standen, nicht die mindeste Uebelkeit empfunden haben, während Kinder, die auf dem Fußboden spielten, plötzlich vergiftet umfielen; was daher rührte, daß das gefährliche Gas sich immer erst am Boden sammelt. — In manchen Kellern, wo viel Getränke gähren, entwickelt sich dieses Gas und man erstaunt oft, daß Menschen, wenn sie aufrecht gehen, ganz wohl bleiben, während derjenige, der sich bückt, um Etwas aufzuheben, vergiftet niederfällt. Zuweilen strömt auch dieses gefährliche Gas aus Spalten der Erde hervor und lagert sich in der Tiefe von Thälern, welche man Giftthäler nennt, da denjenigen, der sie betritt, der Tod ereilt. — In der Nähe von Neapel befindet sich eine berühmte Höhle, die man die Hundsgrotte nennt, die gleichfalls in der Tiefe stets mit Kohlengas gefüllt ist, in dieser Grotte können Menschen ganz gefahrlos umhergehen, während Hunde, deren Kopf dem Boden näher ist, darin sterben.

Wir führen alle diese Fälle an, um erstens zu zeigen, daß eigentlich jeder Ofen eine chemische Fabrik ist, worin Kohlensäure, oder die halbe Kohlensäure, die man auch Kohlendampf nennt, erzeugt wird; wir haben aber auch die kleinen Nebenbemerkungen über die Gefahr des Kohlendampfes hinzugefügt, weil leider zu oft schon aus der Unwissenheit der Menschen in dieser Beziehung Unglück entstanden und es höchst wichtig ist, Jedermann hierüber zu belehren. Zu diesem Zwecke fügen wir noch hinzu, daß man in zweifelhaften Fällen, wo man vermuthet, daß der Ofen zu früh geschlossen worden ist, nicht nach dem Geruch in den oberen Schichten der Luft urtheilen darf, sondern

die Luft unten am Fußboden untersuchen muß, um sich vor Gefahren zu sichern.

IX. Die Wanderung des Sauerstoffs durch unsern Körper.

Wir haben nunmehr gezeigt, wie in jedem Ofen, auf jedem Heerd eigentlich das Kunststück vorgeht, das wir beim Verbrennen der Kohle in der Flasche mit Sauerstoff gesehen haben, und es wird nun jedem Leser klar werden, daß man sich nur dann einen richtigen Begriff von Dingen machen kann, die man alltäglich sieht, wenn man im Stande ist, sich einen Einblick in das Wesen der Chemie zu verschaffen.

Bevor wir nun in unserm Thema weiter gehen, wollen wir nur noch einen der wichtigsten Prozesse im Leben erklären, um darzuthun, wie nicht nur allein um uns, sondern auch in uns alles sofort der Vernichtung anheim fiele, wenn wir nicht fortwährend einen chemischen Prozeß in unserm Körper unterhielten, der mit dem Verbrennen des Holzes im Ofen die größte Aehnlichkeit hat.

So fremdartig und wunderbar es auch dem Unkundigen im ersten Augenblick erscheint, so wahr und so vollkommen richtig ist es, wenn man behauptet, daß der Mensch mit jedem Athemzug seinen Körper wie einen Ofen einheizt und mit jedem Ausathmen die Klappe dieses merkwürdigen Ofens öffnet und das schädliche Gas ausfließen läßt. —

Alle Welt weiß, daß man fortwährend einathmen und ausathmen muß, und daß das Leben aufhört, sobald der Athem stockt; aber nur wer einen Einblick in die Chemie hat, begreift es, warum dies so ist.

Zum Leben ist eine ununterbrochene chemische Thätigkeit unseres Körpers nöthig, und das allererste Erforderniß ist, daß nach jedem Theil unseres Körpers Sauerstoff hinströmt, um dort eine chemische Verbindung eigener Art einzugehen. Diesen Sauerstoff nehmen wir durch Einathmen der Luft in uns auf. Bei jedem Male, wenn sich der Brustkasten ausdehnt, füllt sich die Lunge wie eine Art Blasebalg mit Luft, und da in der Luft immer ein fünftel Sauerstoff vorhanden ist, so bekommen wir Sauerstoff in den Körper. Aber dies würde uns nicht viel helfen, denn der Sauerstoff muß durch den ganzen Körper wandern, er muß eben so in unser Auge, wie in unser Gehirn, in unsere Muskeln wie in unsere Knochen, mit einem Worte, nach jedem Pünktchen unseres Körpers hin, und dahin würde er nicht gelangen können, wenn nicht das Blut wäre, das von einer bestimmten Abtheilung des Herzens nach der Lunge getrieben wird und hier eine chemische Verbindung mit dem Sauerstoff eingeht.

Sobald dies geschehen ist, strömt es durch die Thätigkeit des Herzens wieder zu einer andern Abtheilung des Herzens zurück und vollendet so einen kleinen Kreislauf. Nun aber preßt sich das Herz wieder in einer besondern Abtheilung derart zusammen, daß das mit Sauerstoff verbundene Blut in die Schlagadern strömt und durch diese und ihre außerordentlichen Verzweigungen in alle Theile des Körpers getrieben wird. So gelangt das mit Sauerstoff getränkte Blut nach allen Punkten des Körpers hin, und somit ist es geschehen, daß der Sauerstoff der Luft durch den ganzen Körper verbreitet worden ist.

Nunmehr aber, sollte man glauben, wäre genug geschehen, da doch jetzt allenthalben Sauerstoff vorhanden ist, und wenn man ihn nur nicht davon läßt, so brauchte man nicht wieder zu athmen. Aber dem ist nicht so. Ganz so

wie zum Ofen immer neuer Sauerstoff zuströmen muß, um den chemischen Prozeß zu erhalten, weil der alte Sauerstoff im Verbrennen sich in Kohlensäure verwandelt, ganz so ist es im Körper der Fall. Der hauptsächliche chemische Prozeß im Körper besteht eben auch darin, daß in jedem Punkte unseres Körpers das vorgeht, was im Ofen der Fall ist. Allenthalben findet die chemische Verbindung des Sauerstoffs mit dem unbrauchbar gewordenen Kohlenstoff des Körpers statt und es entsteht ganz wie im Ofen allenthalben im Körper Kohlensäure, die hinausgeschafft werden muß. Und dieses Geschäft übernimmt wiederum das Blut, es strömt auf anderm Wege durch besondere Blutgefäße zurück bis zum Herzen, hier wird es wieder zur Lunge getrieben, welche beim Ausathmen die Kohlensäure aus dem Körper entfernt.

Dieser in den Hauptzügen hier angegebene Vorgang des Einathmens und Ausathmens ist also dem chemischen Prozeß im Ofen sehr ähnlich. Wie ein Ofen, nimmt jedes lebende Thier Sauerstoff ein, wie im Ofen, verbindet sich im Körper der Sauerstoff mit dem Kohlenstoff zur Kohlensäure, wie beim Ofen, stößt der Körper die Kohlensäure wieder aus.

Und in der That, der chemische Prozeß des Heizens und des Athmens ist ein und derselbe. Nicht nur der Vorgang ist sich ähnlich, sondern auch der Zweck. Ganz so wie man durch den Ofen die Erwärmung desselben erzielt, so erzielt man durch das Athmen die Lebenswärme des Körpers. Athmen ist zur Erwärmung des Körpers ganz so nothwendig, wie Zugluft zur Erwärmung des Ofens.

Wir wollen von diesem merkwürdigen chemischen Vorgang Einiges mittheilen.

X. Athmen und Einheizen.

Wir haben gesagt, daß das Athmen des Menschen ganz so die Erwärmung des Körpers, wie das Heizen die Erwärmung des Ofens hervorbringt.

Alle Menschen haben einen ganz bestimmten Grad von Körperwärme, der sich ganz gleich bleibt, es mag Sommer oder Winter, Hitze oder Kälte herrschen. Man nennt diese Wärme die Körper- oder Blutwärme, und sie beträgt circa 29 Grad. Diese Wärme im Innern des Körpers darf sich weder steigern noch darf sie abnehmen, wenn nicht Krankheit und Tod folgen soll, sie muß sich vielmehr stets gleich bleiben, und dies ist auch beim gesunden Menschen immer der Fall, so lange er essen und athmen kann.

Alles Fett, das der Mensch genießt, wie alle Stoffe, die im Körper sich in Fett umwandeln, dienen einzig und allein dazu diesen Grad der Wärme zu erhalten. Das Fett nämlich besteht aus Kohlenstoff und den Bestandtheilen des Wassers. Der Kohlenstoff ist das Hauptmaterial und die Bestandtheile des Wassers bewirken unter Umständen die Abkühlung durch Schweiß. Beim Athmen aber, wo man Sauerstoff in den Körper einführt, geschieht die Verbindung des Sauerstoffs und des Kohlenstoffs zu Kohlensäure, und bei dieser Verbindung wird Wärme entwickelt, ganz so wie im Ofen bei der Bildung von Kohlensäure Wärme frei wird.

Die Naturforscher sind darüber noch nicht ganz im Reinen, ob durch diesen chemischen Prozeß nur das Blut in den Lungen erwärmt wird und dieses die Wärme allen Theilen abgiebt, wo es hinströmt, oder ob der chemische Prozeß erst in jedem Theile des Körpers vor sich geht. Darüber herrscht aber nicht der mindeste Zweifel, daß die innere Erwärmung des Körpers n u r von dem Kohlenstoff

herrührt, den wir hauptsächlich im Fett verzehren und von der Verbindung desselben mit dem Sauerstoff, den wir im Athmen einnehmen. —

Diese Thatsachen erklären auch manche Erscheinung, die sonst unerklärlich gewesen ist. Woher kommt es, daß wir im Winter mehr essen und fetteres Essen vertragen können als im Sommer? — Es kommt daher, daß wir im Winter schneller kalt werden, und daher stärker athmen müssen, um uns zu erwärmen. Aber zum stärkern Athmen gehört mehr Kohlenstoff im Körper und darum müssen wir mehr und Fetteres essen, als im Sommer. Deshalb darf man sich nicht wundern, wenn in den ewigen Eisfeldern des Nordens die Menschen Thran trinken und sogar Talglichter mit gutem Appetit verzehren, während in heißen Ländern jede Fleischspeise mäßig und fettes Fleisch nur mit Widerstreben genossen wird. —

Warum ißt derjenige, der eine sitzende Lebensart führt, sehr wenig? Weil er beim Sitzen weniger athmet und darum auch nicht viel Kohlenstoff verbraucht. Deshalb aber friert er auch weit leichter als derjenige, der sich viel bewegt, also auch kräftiger athmet und folglich auch mehr essen muß. — Athmen und Essen gehört so genau zu einander, um den Körper zu erwärmen, wie Zugluft und Brennmaterial zu einander gehören, um die Erwärmung des Ofens zu unterhalten.

Freilich wird mancher Leser fragen: wo ist denn das Feuer im Körper vorhanden, das im Ofen nöthig ist, um aus Sauerstoff und Kohlenstoff die Kohlensäure zu bilden?

Zur Antwort auf diese Frage müssen wir jedoch daran erinnern, daß, wie wir bereits gesagt haben, das Feuer nicht etwas Besondres ist, das außerhalb des chemischen Prozesses existirt, sondern fast alles Feuer, das wir erzeugen und fortpflanzen, ist nur eine Erscheinung in dem

chemischen Prozesse. — Und hier ist es, wo wir wiederum fortfahren können in der Erklärung dessen, was man den chemischen Prozeß nennt.

Es ist ein ausgemachter Lehrsatz, daß immer, wenn zwei Körper sich chemisch verbinden, dieser Akt unter Veränderungen der Wärme vor sich geht.

Man kann sich in einzelnen Fällen sehr leicht überzeugen, wie Wärme ohne Feuer nur als Erscheinung eines Naturprozesses entsteht. Wenn man in ein Glas kaltes Wasser etwas kalte Schwefelsäure gießt, wird das Wasser so heiß davon, daß oft das Glas zerspringt. Wenn man den Versuch in einem irdenen Topf macht, so fühlt sich der Topf so an, als ob heißes Wasser darin wäre. Und doch war das Wasser für sich kalt und die Schwefelsäure für sich ebenfalls kalt. Die Wärme entstand erst in dem Augenblick, wo beide Stoffe sich mit einander gemischt haben. — Nicht minder ist es bekannt, wie kaltes Wasser, auf ungelöschten Kalk gegossen, einen sehr heißen Kalkbrei herstellt. Dies mag als Beweis dienen, daß sich Wärme entwickeln kann, als Erscheinung bei einem Naturprozesse, und wir wollen nun sehen, daß dies bei fast allen chemischen Prozessen der Fall ist.

XI. Die chemische Wärme.

Es ist höchst wichtig, zur Kenntniß der chemischen Prozesse zu wissen, daß sie immer mit Wärme-Erscheinungen verbunden sind; nur tritt dies in einzelnen Fällen wenig merklich auf, während es in andern recht auffallend zur Erscheinung kommt. Und zwar geschieht dies in folgender Weise:

Wir wissen, daß die sechszig chemischen Grundstoffe

eine Neigung haben, sich mit einander zu verbinden; allein diese Neigung ist sehr verschieden. Während sich zum Beispiel Sauerstoff mit einem Metall, das den Namen Kalium führt, so leicht und schnell verbindet, daß man das Kalium nur rein erhalten kann in Steinöl, worin kein Sauerstoff vorhanden ist, — verbindet sich Sauerstoff mit Gold bedeutend schwerer, so daß man Gold in feuchter Luft liegen lassen kann, ohne daß es rostet, das heißt, ohne daß es eine Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft eingeht. Eisen oder Zink dagegen verbindet sich schon bei weitem leichter mit Sauerstoff, und setzt man eines dieser Metalle der feuchten Luft aus, so überzieht es sich mit einer Borke, die auf Eisen roth erscheint und Rost genannt wird, während Zink einen weißgrauen Ueberzug bekommt, den man Zinkoxyd nennt.

Man sagt daher mit Recht: Sauerstoff und Kalium haben eine starke Neigung, sich mit einander zu verbinden. Sauerstoff mit Eisen verbindet sich schon weniger energisch, Sauerstoff mit Zink noch weniger und Sauerstoff mit Gold außerordentlich wenig.

Was nun die Wärme betrifft, die bei diesen Verbindungen zur Erscheinung kommt, so kann man Folgendes als Regel feststellen: Sobald sich zwei Körper sehr energisch verbinden, findet ein hoher Grad von Wärmeveränderung statt. Die Wärme kann sich bei diesem Prozeß so steigern, daß ein brennbarer Gegenstand dabei in Flammen ausbricht. Findet die Verbindung weniger energisch statt, so ist die Wärme ebenfalls geringer, und sie kann in gewissen Fällen sogar unmerklich werden.

Wir wollen dies durch einige Beispiele zu erläutern suchen.

Wenn man ein Stückchen Kalium-Metall in einen Teller mit kaltem Wasser wirft, so ist die Neigung dieses

Metalles, sich mit Sauerstoff zu verbinden, so groß, daß es das Wasser chemisch zersetzt. Wasser nämlich besteht, wie wir später noch näher zeigen werden, aus Sauerstoff und Wasserstoffgas. Das Wasserstoffgas ist ein brennbares Gas und ist der Hauptbestandtheil unserer Gasflammen. Das Kalium, wenn es ins Wasser kommt, hat nun eine solche gewaltige Neigung zum Sauerstoffe, daß es dem Wasser seinen Sauerstoff entzieht, so daß der Sauerstoff, der früher im Wasser war, sich mit dem Kalium verbindet. Die Verbindung ist aber so heftig, daß das Kalium zu glühen anfängt. Man sieht auch deshalb ein Kügelchen von Kalium-Metall, das sonst kalt ist, in Gluth gerathen und zischend umherspringen, wenn man es in kaltes Wasser hineinwirft. Hierbei zeigt sich aber noch eine interessante Erscheinung. Da das Wasser seinen Sauerstoff verliert, so steigt aus dem Wasser Wasserstoffgas in die Höhe. Dies aber ist ein brennbares Gas, wird von der Gluth des Kaliumkügelchens angezündet und fängt an zu brennen. Man nimmt hierbei das merkwürdige Schauspiel wahr, daß erstens ein Metallkügelchen dadurch zu glühen anfängt, daß man es in kaltes Wasser wirft, und zweitens, daß ein Bestandtheil des Wassers hierbei selber in volle Flamme geräth.

Einen zweiten Versuch der Art hat wohl Jedermann schon angestellt, aber Tausende thun es, ohne Chemie darin zu vermuthen. Unsere gewöhnlichen Stipp-Feuerzeuge, die jetzt freilich schon außer Mode gekommen sind, weil man sich der praktischeren Reib-Zündhölzchen bedient, stellen solch' einen chemischen Versuch vortrefflich dar. Die Hölzchen der Stipp-Feuerzeuge sind an der Spitze in eine Mischung von chlorsaurem Kali und Schwefel getaucht. Das chlorsaure Kali hat die Eigenschaft, daß es bei einer Zersetzung eine große Menge seines Sauerstoffs von sich

giebt, und bringt man dasselbe in Berührung mit Schwefelsäure, so geschieht eine so schnelle, heftige Verbindung des Kali mit der Schwefelsäure, daß ein außerordentlich hoher Grad von Hitze entsteht. Beim Einstippen eines solchen Schwefelhölzchens in das Feuerzeug-Fläschchen, worin sich Schwefelsäure befindet, geschieht nun diese chemische Operation. Indem aber zugleich Sauerstoff frei wird, so entsteht hierbei eine heftige Entzündung, eine Flamme, die den Schwefel in Brand setzt, der dann das Hölzchen selber anzündet.

Obwohl zu einer genauen Erklärung dieses Vorganges mehr nöthig ist, als wir hier darlegen können, so wird doch jeder Leser schon daraus ersehen, daß hier, wie im vorhergehenden Versuch, die Wärme nur ein Erzeugniß des chemischen Vorganges ist, daß ferner die Wärme sich oft so steigert, daß sie eine Flamme hervorruft, und Jedermann wird es glaublich finden, wenn wir sagen, daß auf chemischem Wege Wärme erzeugt wird, selbst ohne Flamme. Es wird daher nun erklärlicher erscheinen, daß auch in unserm Körper die Leibwärme erzeugt und erhalten wird durch den chemischen Prozeß, den wir beim Essen und Athmen durch Kohlenstoff und Sauerstoff hervorrufen.

XII. Die Chemie in aller Welt Händen.

Indem wir nun in unserm Thema weiter gehen wollen, bitten wir unsere Leser, sich des Versuchs zu erinnern, den wir mit Phosphor und Sauerstoff angestellt haben.

Wir haben bei diesem Versuch gesehen, daß ein Stückchen Phosphor in einer Flasche Sauerstoffgas nur ein wenig erhitzt zu werden braucht, um sofort mit heller Flamme zu verbrennen, und jetzt wissen wir, daß diese Verbrennung

nur ein chemischer Vorgang ist, daß das Feuer nur eine Erscheinung dieses Vorganges bildet, daß eigentlich der wahre Hergang bei diesem Versuch nur die chemische Verbindung von Phosphor und Sauerstoff ist, welche beisammen eine Art weißen Nebel bilden, den man Phosphorsäure nennt.

In Nachstehendem wollen wir zeigen, daß viele Millionen Menschen tagtäglich denselben Versuch mit dem glücklichsten Erfolge anstellen, freilich ohne daran zu denken, daß auch dies Chemie ist.

Man kauft jetzt schon für einen Groschen tausend Zündhölzchen und jedes derselben geräth in hellen Brand, wenn man es an einer rauhen Fläche reibt. Ein solches Zündhölzchen aber, das man unachtsam benutzt und verächtlich von sich wirft, ist wahrlich ein Gegenstand, der zum ernstlichen Nachdenken anregt.

Wie viele Tausende von Menschengeschlechtern haben gelebt, die das Erzeugen von Feuer für eine Art Zauber gehalten haben! Die weisen Griechen haben so wenig Vorstellung davon gehabt, wie man Feuer erzeugen kann, daß sie in ihren religiösen Dichtungen die Fabel erfunden haben, daß ein Gott einen Funken vom Himmel gestohlen und ihn den Menschen gegeben habe, damit sie ein Feuer anzünden könnten. In der That war man im Alterthum genöthigt, glühende Kohlen aufzubewahren, um jederzeit Feuer anzünden zu können. In den Tempeln der alten Völker brannte man eine ewige Leuchte, zu deren Dienst bestimmte Priester bestellt waren, damit sie nie verlösche. Später erfand man das Feuerzeug, aus Stahl und Stein bestehend, dessen sich gewiß noch viele unserer Leser bedient haben. Mit solchem Feuerzeug stellt man das Feuer dadurch her, daß man gegen die scharfe Kante eines besonders harten Steines, des Feuersteins, ein Stück Stahl

schlägt, wodurch Stückchen Stahl so plötzlich eine heftige Reibung erleiden, daß sie glühend abspringen und als Funken im Stande sind, Zunder oder Schwamm in Gluth zu versetzen.

Seitdem jedoch die Chemie einen großen Aufschwung nahm und man einsah, daß Feuer nur eine Erscheinung ist während eines chemischen Vorganges, erfand man die chemischen Feuerzeuge, so daß man jetzt schon lange Zündmaschinen hat, wo man nur mit den Fingern aufzudrücken braucht, um Feuer zu erhalten. Zündmaschinen, die wohl verdienen, von Jedermann gekannt zu werden, und deren Erklärung wir unsern Lesern noch vorzuführen gedenken. Ferner kam man auf die Erfindung der Stipp-Feuerzeuge, die wir im vorgehenden Artikel erwähnt haben, und gegenwärtig sind die viel bequemeren Reibzündhölzchen im allgemeinen Gebrauch, die ein vortrefflicher Beweis für unsere fortgeschrittene Zeit sind.

Hätte ein Mensch in alten Zeiten solch' ein Bündchen Reibzündhölzchen hervorgebracht, er würde vielleicht von den frommen Priestern als Gottesläugner und Zauberer auf den Scheiterhaufen gebracht und vom unwissenden Volk als ein Gott verehrt worden sein! — Wieviel Stoff bietet uns solch' ein Hölzchen, um über den geistigen Fortschritt der Menschheit nachzudenken, und wie sehr lehrt uns ein solches die vergeblichen Bestrebungen verachten, durch welche man die Menschen wieder in den Zustand der Unwissenheit und Thorheit alter Zeiten hineinzwängen will! —

Darum aber wollen wir solch' ein Zündhölzchen näher kennen lernen.

Das einfache Zündhölzchen besteht aus einem Hölzchen, dessen Spitze zuerst in Schwefel und dann in Phosphor getaucht ist. Der Phosphor hat die Eigenschaft, daß er große Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden;

legt man daher ein Stückchen Phosphor, das ungefähr so aussieht, wie weicher weißer Wachs, an die Luft, so genügt schon die gewöhnliche Wärme der Luft, um eine langsame chemische Verbindung des Sauerstoffs der Luft mit dem Phosphor herzustellen. Das Stückchen Phosphor fängt an zu rauchen und einen weißen Nebel von sich zu geben, der eben nichts ist, als Phosphorsäure, wobei der Phosphor endlich ganz verschwindet. Im Dunkeln sieht man auch, daß der Phosphor in diesem Zustande leuchtet, und Jedermann weiß es auch, daß, wenn man mit der warmen Hand im Dunkeln über die Spitze des Zündhölzchens fährt, ein solch' leuchtender Nebel von besonderem Geruch entsteht. Dieser Nebel ist Phosphorsäure, eine Verbindung des Phosphors mit dem Sauerstoff der Luft, die durch das Reiben mit der warmen Hand begünstigt wird. —

Reibt man aber solch' ein Zündhölzchen an einen rauhen Körper, so vermehrt man dadurch die Wärme; die Verbindung des Phosphors mit dem Sauerstoff der Luft wird dadurch noch mehr begünstigt und geht schneller vor sich. Die schnellere chemische Verbindung ist aber immer mit größerer Wärme verbunden und diese reicht aus, den Schwefel anzuzünden, d. h. die Verbindung des Schwefels mit dem Sauerstoff der Luft zu begünstigen, wodurch noch mehr Wärme entsteht. Dieser Grad der Wärme ist aber wieder stark genug, um die Verbindung des Kohlenstoffs im Hölzchen mit dem Sauerstoff der Luft möglich zu machen und so findet bald auch diese statt, d. h. das Holz beginnt zu brennen.

Wir wollen nun noch näher zeigen, daß ein solches Hölzchen, wenn es gerieben worden ist, drei wirklich interessante, chemische Vorgänge zeigt, die wohlbeachtet so lehrreich sind, wie man es sich schwerlich denken mag.

XIII. Versuche mit einem Zündhölzchen.

In der That, unsere Reibzündhölzchen stellen beim Gebrauch eine ganze Reihe von chemischen Vorgängen dar, und bei all' diesen spielt der Sauerstoff der Luft seine Hauptrolle.

Der chemische Vorgang besteht darin, daß drei verschiedene Stoffe sich nach einander mit dem Sauerstoff der Luft verbinden, und daß bei dieser Gelegenheit drei verschiedene Flammen nach einander entstehen, die stufenweise eine immer größere Hitze erzeugen.

Der Phosphor wird durch Reibung erwärmt, bis zu dem Grade, wo er sich unter Flammen mit dem Sauerstoff der Luft verbindet, und das ist die erste Flamme. Aber diese Flamme können wir nicht zum Anzünden gewöhnlicher Gegenstände brauchen. Der Phosphor verbindet sich bei einem so niedern Grad von Hitze mit dem Sauerstoff der Luft, daß wir brennenden Phosphor in der Hand halten können, ohne uns zu verletzen. Wenn wir im Dunkeln einen Strich mit einem Phosphorhölzchen über die Hand machen, sehen wir einen Streifen Phosphor auf der Hand abbrennen, d. h. sich mit dem Sauerstoff der Luft verbinden, ohne daß wir dabei Schmerzen empfinden. Oft scheint es in solchen Fällen, als ob der Phosphor schon ausgebrannt wäre; aber es ist meist nur mit der obersten Schicht der Fall, und wenn diese sich in Phosphorsäure verwandelt hat, so dringt der Sauerstoff der Luft nicht bis zur untern Schicht, so daß die Verbrennung aufhört. Daher aber rührt es auch, daß, wenn man mit dem Finger die Stelle, wo der Phosphorstreifen war, abwischt, dieser noch einmal an zu brennen fängt; denn durch das Abwischen ist die untere Schicht frei geworden und

diese verbindet sich nun mit dem Sauerstoff der Luft und erscheint wieder als lichter Streifen.

Die Verbindung des Phosphors mit Sauerstoff ist also nicht stark genug, um unsere Hand zu verletzen, denn bei dieser Verbindung findet nur ein schwacher Grad von Wärme statt. Da aber Schwefel, wie wir in dem Versuch bereits gesehen haben, auch starke Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, so ist die schwache Wärme der Phosphorflamme hinreichend, um dem Schwefel des Zündhölzchens den Grad von Wärme mitzutheilen, der seine Verbindung mit Sauerstoff begünstigt. Es fängt also jetzt der Schwefel sein chemisches Kunststück an, welches wir auch entstehen sahen, als wir Schwefel in der Flasche mit reinem Sauerstoff verbrennen ließen. Der Phosphor ist also nur gebraucht worden, um den Schwefel anzubrennen. Zwar kann man den Schwefel ebenfalls durch Reiben entzünden; allein dies ist schon sehr schwierig, weil die Reibung viel zu lange geschehen müßte, und man benutzt den Phosphor mit Recht, weil sein Entzünden so sehr leicht ist. — Der Phosphor also thut eine Vorarbeit; aber auch der Schwefel ist nur ein Vermittler.

Der brennende Phosphor würde dem Kohlenstoff des Hölzchens nicht jenen hohen Grad von Hitze ertheilen, die ihn fähig macht, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden. Der bloße Phosphor würde abbrennen und das Hölzchen würde nicht entzündet werden. Da aber die Flamme des Schwefels schon bei weitem heißer ist, so verrichtet diese die Vermittelung; sie erhitzt den Kohlenstoff des Holzes in so hohem Grade, daß, wenn der Schwefel abgebrannt ist, der Kohlenstoff anfängt, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden und das Holz selber geräth in hellen Brand, das heißt wiederum, es verwandelt sich mit dem Sauerstoff zusammen zu Kohlensäure.

Und nun ersuchen wir unsere Leser, sich all' der Versuche zu erinnern, die wir gleich Anfangs mit der Flasche voll Sauerstoff gemacht haben, wo wir Kohle, Schwefel und Phosphor, jedes einzeln, in einer Flasche Sauerstoff verbrennen ließen, und zeigten, wie daraus in dem einen Fall Kohlensäure, im andern schweflige Säure und im letztern Falle Phosphorsäure entsteht. Diese Versuche mögen wohl etwas fremdartig und gelehrt geklungen haben. — Jetzt aber sehen wir, daß jeder unserer Leser tagtäglich ganz dieselben Versuche macht, und mit jedem Zündhölzchen, das er ansteckt, alle drei Kunststücke mit einem Male vornimmt, und ohne daran zu denken, drei Verbrennungsprozesse, die nichts als chemische Prozesse sind, vor sich gehen läßt und unbeachtet, wie ein chemischer Fabrikant erst Phosphorsäure, dann schweflige Säure und dann Kohlensäure fabrizirt, wenn er auch nichts dabei im Sinne hat, als sich eine Zigarre anzuzünden.

XIV. Ein chemisches Gesetz.

Wir haben bisher versucht, unsern Lesern einen näheren Einblick in das Wesen des Sauerstoffs und einige seiner Verbindungen zu geben. Indem wir nunmehr bald zum Wasserstoff übergehen wollen, müssen wir noch zwei Dinge hier anführen: das eine ist ein allgemeines, großes chemisches Gesetz, das man sich merken muß, und das andere ist eine Mittheilung über eine große Entdeckung, die erst in neuerer Zeit gemacht worden ist am Sauerstoff, eine Entdeckung, die vielleicht von den allerwichtigsten Folgen für die Zukunft sein kann.

Das Gesetz, auf das wir hier aufmerksam machen wollen, ist folgendes:

Wir wissen, daß die sechszig chemischen Grundstoffe eine Neigung haben, sich unter begünstigenden Umständen mit einander chemisch zu verbinden, und wir haben es auch schon erwähnt, daß die Neigung verschieden ist, d. h. daß sie bei gewissen Stoffen stärker, bei anderen Stoffen schwächer ist. So haben wir z. B. gesehen, daß das Metall, welches man Kalium nennt, eine ungeheure Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, während Eisen zwar auch dieselbe Neigung hat, aber in weit geringerem Maße.

In der Chemie ist es nun sehr wichtig, zu wissen, wie groß diese Neigung zweier Stoffe zu einander ist, und zu erkennen, ob und welch' anderer Stoff eine noch größere Neigung hat, sich mit einem der verbundenen Stoffe zu verbinden; denn es ist ein Gesetz in der Chemie, — und dies Gesetz wollen wir unsern Lesern deutlich machen, — daß ein Stoff, der eine große Neigung hat, sich mit einem andern zu verbinden, im Stande ist, den andern Stoff herauszureißen aus einer bereits eingegangenen Verbindung, sobald diese aus schwächerer Neigung entstanden ist.

Ein Beispiel soll dies deutlicher machen. Es hat wohl schon Jedermann ein rostiges Eisen gesehen. Der Rost auf dem Eisen entstand dadurch, daß der Sauerstoff der Luft sich mit der Oberfläche des Eisens verbunden hat. Das Eisen ist also nicht etwa verschwunden, sondern ist nach wie vor da; es ist nur ein Theil davon eine Verbindung eingegangen, welche einen andern Körper gebildet hat, der Rost, oder mit dem wissenschaftlichen Namen, Eisenoxyd heißt. Gesetzt, es hätte nun Jemand solchen Eisenoxyd gesammelt und es läge ihm daran, den Sauerstoff aus dem Eisen herauszubringen, damit er reines Eisen habe, so kann dies nur dadurch geschehen, daß man zu dem Eisenoxyd einen Stoff zubringt, der größere Neigung zum

Sauerstoff hat, als das Eisen. Unter solchen Umständen wird der Sauerstoff aus dem Eisenoxyd fortgehen und sich mit jenem andern Stoff verbinden; dadurch wird das Eisen ganz rein vom Sauerstoff werden. Man wird reines Eisen erhalten.

In der That wird alles Eisen, das man bekanntlich aus der Erde gräbt, nicht als reines metallisches Eisen gefunden, sondern in chemischer Verbindung mit Sauerstoff. Wer Eisenbergwerke gesehen hat, wird bemerkt haben, daß es meist rothe, wie Stein aussehende Stücke sind, die man ihm als das eigentliche Eisenerz zeigte. Da man aber daraus Eisen machen will, so muß man den Sauerstoff austreiben, und das kann man nur thun, indem man das Eisen in den Hoh-Ofen bringt, woselbst es mit Kohlen gemischt wird, die man dann anzündet. Die glühende Kohle aber, — das wissen wir ja schon — hat eine starke Neigung, sich mit Sauerstoff zu verbinden und eine Luftart, die Kohlensäure, zu bilden. Geräth nun die Kohle in Gluth, so ist ihre Neigung zum Sauerstoff stärker, als die des Eisens; sie reißt also aus dem Eisenoxyd den Sauerstoff an sich und verfliegt als Kohlensäure in die Luft, während reines metallisches Eisen zurückbleibt.

Wir sehen also, daß wenn ein Stoff nur eine recht starke Neigung hat zu einem andern Stoffe, so kann er ihn unter günstigen Umständen auch an sich ziehen und mit ihm verbinden, selbst wenn er bereits mit einem dritten Stoffe eine chemische Verbindung eingegangen hätte. — In solchem Falle sagt man: der eine Stoff hat seine frühere Verbindung verlassen und hat sich mit dem stärkern Stoff verbunden; im vorliegenden Falle also hat der Sauerstoff das Eisen verlassen und hat sich zur Kohle begeben, um mit dieser eine Verbindung einzugehen.

In vielen Fällen geschieht aber noch mehr; es tauschen

nämlich unter Umständen zwei verschiedene chemische Verbindungen ihre Stoffe aus, wenn sie zu einander gebracht werden. Ein Beispiel wird das, was wir meinen, deutlicher machen. Wir haben schon erwähnt, daß Kochsalz aus zwei Stoffen besteht, von denen der eine Natrium und der zweite Chlor heißt; nun kann man aber auch, durch Auflösung von Silber in Salpetersäure, salpetersaures Silber darstellen, das ebenfalls ungefähr wie Salz aussieht. Löst man diese beiden Salze in zwei verschiedene Fläschchen mit Wasser auf und gießt nun die Mischungen zu einander, so entsteht solch' ein Austausch. Das Chlor verläßt das Natrium und verbindet sich mit dem Silber, und die Salpetersäure verläßt das Silber und verbindet sich mit dem Natrium, und man erhält statt des frühern Chlor-Natrium und des salpetersauren Silbers zwei neue chemische Körper, nämlich Chlor-Silber und salpetersaures Natron.

Dieses Gesetz der Veränderungen und des Austausches der chemischen Verbindungen ist die Grundquelle der meisten chemischen Erscheinungen, weshalb wir sie nicht unerwähnt lassen durften.

XV. Eine neue chemische Entdeckung.

Wir haben in Nachstehendem unsern Lesern von einer Entdeckung am Sauerstoff Mittheilung zu machen, die noch sehr neu und deshalb von nur sehr Wenigen gekannt ist. Diese Entdeckung ist vielleicht berufen, eine höchst wichtige Rolle in der Welt zu spielen, die man freilich jetzt noch nicht übersehen kann.

Schon seit langer Zeit ist die Bemerkung gemacht worden, daß sich in Zimmern, wo eine Elektrisirmaschine

thätig ist, ein eigenthümlicher phosphorartiger Geruch verbreitet; denselben Geruch empfand man auch in Räumen, durch welche ein Blitz gegangen war. Man schrieb diesen Geruch gewöhnlich nicht irgend einem Stoffe zu, sondern meinte, daß er nur herrühre von einer elektrischen Reizung der Geruchsnerven; und diese Erklärung findet man auch noch in fast allen Lehrbüchern angegeben. —

Allein schon vor zehn Jahren machte Schönbein, der Erfinder der Schießbaumwolle, bekannt, daß man diesen Geruch künstlich darstellen kann und zwar ohne Elektrizität. Seine Entdeckung bestätigte sich derart, daß man bald glaubte, einen neuen Stoff entdeckt zu haben, der der Luft beigemischt sein müßte und unter Umständen diesen Geruch verbreite. Man nannte diesen Stoff mit dem Namen Ozon.

Die bequemste Art, das Ozon zu erzeugen, ist folgende. Man stellt in eine geräumige Flasche eine Stange Phosphor aufrecht hin, gießt lauwarmes Wasser hinein, bis die Stange zur Hälfte in Wasser steht; bewegt man nun die Flasche, so daß die Stange immer frisch angefeuchtet wird, so entwickelt sich der Ozongeruch so stark, daß er die Stube erfüllt. Der wirkliche Ozongeruch ist aber wesentlich vom Phosphorgeruch unterschieden und hat auch merkwürdige chemische Eigenschaften. Das Ozon ist im Stande, chemische Verbindungen aufzulösen und hat dadurch die Eigenschaft, sowohl Farben zu verändern, wie zu bleichen. Um ein Beispiel derart anzuführen, wollen wir Folgendes hervorheben: Es giebt einen Stoff, der ungefähr wie Salz aussieht und den Namen Jod-Kalium hat, weil er aus dem chemischen Urstoff Jod und dem bereits öfter erwähnten Metall-Kalium besteht. Das Jod hat die Eigenschaft, daß die leiseste Spur davon jede Art von Stärkemehl blau färbt. Reibt man etwas Jod-Kalium mit gewöhnlichem

Kleister zusammen, und streicht dies über einen Papierstreifen, so bleibt das Papier weiß, weil das Jod, so lange es mit dem Kalium verbunden ist, den Kleister nicht blau färben kann. So wie man aber ein solches Papier an einen Ort bringt, wo Ozon vorhanden ist, so zeigt sich, daß das Ozon so starke Neigung hat, sich mit dem Kalium zu verbinden, daß es das Jod daraus verdrängt; das Jod tritt somit zum Kleister und der Papierstreifen wird sofort blau gefärbt.

Solche Papierstreifen sind also ein vortreffliches Mittel, das Ozon zu entdecken, und in der That färben sie sich blau, selbst in Räumen, wo auch der feinste Geruch kein Ozon zu riechen vermochte.

Aber auch das Vermögen, Farben zu bleichen, ist am Ozon merkwürdig. Lackmus, Blauholz, ja selbst Indigo=Farbe wird sofort gebleicht, wenn man einen gefärbten Gegenstand in eine Flasche bringt, wo Ozon vorhanden ist. — Nicht minder, als auf die Farben, wirkt das Ozon auf wirklich chemische Stoffe. Es wird von Milch, vom Blut, vom Eiweis schnell aufgenommen und bewirkt chemische Veränderungen. Desgleichen wirkt es auf Metalle in eigenthümlicher Weise ein.

Es läßt sich denken, daß diese Entdeckungen nach allen Seiten hin wissenschaftliche Untersuchungen hervorgerufen haben; ja, auch die wissenschaftliche Medizin hat Versuche damit angestellt, um zu entdecken, ob etwa unerklärte Krankheiten (z. B. die Cholera) von diesem bisher unbekannt gewesenen Stoff, Ozon, herrühren. — Wir wollen nur beiläufig erwähnen, daß die medizinischen Versuche bisher noch zu keinem wesentlichen Resultat geführt haben. Nur der englische vortreffliche Chemiker Graham giebt an, daß in Zeiten, wo die Luft ozonhaltig sei und Papiere, mit Jod=Kalium=Kleister bestrichen, blau werden, vornehmlich

Katarrhe herrschend sind. — Dafür aber hat dieser Stoff nicht wenig die bedeutendsten Chemiker unserer Zeit beschäftigt, und sowohl Schönbein, wie englische und französische Naturforscher haben sich bemüht, das Geheimniß dieses Stoffes zu enthüllen.

Wir können hier nicht auf die Vermuthungen eingehen, die über die Natur des Ozon aufgestellt worden sind. Man fand eine ganze Masse von Wegen, um das Ozon herzustellen; aber immer mehr vermehrten sich auch die verschiedenen Ansichten darüber, was eigentlich das Ozon sei und wo es stecke, ob im Sauerstoff, ob im Stickstoff der Luft, oder sonst in irgend welchen Theilen. — Erst neuerdings ist der französische Gelehrte de la Rive dahinter gekommen, daß Ozon kein besonderer Stoff ist, sondern nichts, als der Sauerstoff der Luft, der durch eigenthümliche Umstände einen besonderen Zustand annimmt. Die Beweise, die er hierfür gegeben, werden jetzt als vollkommen überzeugend in der Wissenschaft anerkannt, und wir haben so über die Natur des Sauerstoffs ein neues Licht erhalten, dessen Bedeutung in jeder Beziehung (möglicherweise auch in medizinischer) erst die Zukunft wird zu schätzen wissen.

Für jetzt wissen wir nun Folgendes vom Sauerstoff. Im gewöhnlichen Zustande hat er schon eine starke Neigung, sich mit vielen Stoffen zu verbinden; unter gewissen Umständen aber, wie z. B. beim Schütteln mit feuchtem Phosphor, verstärkt sich die Neigung des Sauerstoffs, Verbindungen einzugehen, in hohem Maße. Er bringt chemische Wirkungen hervor, die dem Chlor ähnlich sind. In diesem Zustand hat der sonst geruchlose Sauerstoff einen eigenthümlichen Geruch und wird Ozon genannt.

Diese ziemlich unbekannten Thatsachen wollten wir unsern Lesern nicht vorenthalten.

XVI. Einiges vom Wasserstoff.

Indem wir hoffen, vom Sauerstoff-Gas in so weit genügend gesprochen zu haben, als ein Einblick in die Chemie für Anfänger erfordert, wollen wir zum zweiten Grundstoff schreiten und vom Wasserstoff-Gas Einiges vorführen.

Der Name dieses Gases mag Vielen unbekannt klingen; aber es kennt Jedermann dieses Gas, denn es kommt ihm viele hundert Male täglich vor Augen. Das Gas unserer Gaslaternen in Berlin ist Wasserstoff-Gas mit etwas Kohlenstoff vermischt.

Oeffnet man die Röhre einer gewöhnlichen Gasflamme, ohne sie anzuzünden, so strömt nur ein Gas aus, eine Luft, die für das Auge nicht merkbar ist, hält man aber einen brennenden Fidibus darüber, so bewirkt man, daß die Luft um den Fidibus aufflammt, daß sie die nachströmende Luft entzündet, und daß diese Entzündung abwärts weiter geht, bis endlich die Flamme an die Oeffnung der Gasröhre gelangt und hier die Flamme fortbrennt, so lange Gas zuströmt.

Dieses Entzünden der Gasflamme von oben nach unten sieht sich so an, als ob vom Fidibus eine Flamme herabfiele auf die Oeffnung des Gasrohrs und nun dort fortbrenne; bei wenigem Nachdenken wird aber nun Jeder einsehen, daß dies eine falsche Vorstellung ist. —

Wir haben unsere gewöhnlichen Gasflammen als erstes Beispiel vorgeführt, weil es uns darum zu thun ist, zu zeigen, wie das Wasserstoffgas gar kein uns fremder Stoff ist; allein dieses Leuchtgas ist nicht reines Wasserstoffgas, und wir müssen deshalb solches jetzt näher kennen lernen.

Vor Allem wollen wir nur sagen, woher dieses Gas seinen Namen hat. Das Wasserstoffgas wird darum so genannt, weil es ein Haupt-Bestandtheil des Wassers ist.

Alles Wasser in unsern Brunnen, in unsern Flüssen, in Seeen und Meeren, was wir trinken oder sonst gebrauchen, ist nicht ein einfacher Stoff, sondern besteht aus zwei Luftarten, die chemisch mit einander verbunden sind. Die eine Luftart ist Wasserstoff und die andere ist Sauerstoff.

So unglaublich dies dem Unkundigen auch klingen mag, so wahr ist es dennoch. Wenn man sonst geglaubt hat, daß Wasser ein Urstoff sei und sogar noch vor der Schöpfung aller Dinge den Geist Gottes auf den Wassern schwebend dachte, so weiß man jetzt und kann es Jedem zeigen, daß Wasser gemacht werden kann aus den zwei Luftarten, und ebenso, daß man die zwei Luftarten herstellen kann aus Wasser.

Ja, wenn es einmal gelingen wird, diese beiden Luftarten auf billigem Wege aus Wasser herzustellen, so wird die Menschheit einen gewaltigen Schritt vorwärts gethan haben, denn es wird dann, wie wir später zeigen werden, Heizung, Beleuchtung und Feuerzeug für Küche, Werkstatt und Fabrik so gut wie nichts kosten und hergestellt werden aus einem Eimer Wasser, von dem man sonst immer wähnte, daß es das Gegentheil vom Feuer sei.

Die Art und Weise, wie man Wasserstoff herstellen kann, wird unsern Lesern leicht begreiflich sein. Wasser besteht aus Sauerstoff und Wasserstoffgas, die chemisch verbunden sind. Nun wissen wir aber schon, daß, wenn man einen Stoff hinzubringt, der größere Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, der Sauerstoff seine bisherige Verbindung verläßt und sich mit dem neuen Stoff verbindet. Dadurch aber wird der Wasserstoff frei und steigt in Form von Luftblasen aus dem Wasser auf. — Da wir bereits wissen, daß das Kalium-Metall eine so außerordentlich starke Neigung hat zum Sauerstoff, so braucht man nur ein Stückchen von diesem Metall in einen

Teller mit Wasser zu werfen, um das schöne Schauspiel zu genießen, das wir bereits unsern Lesern vorgeführt haben.

Das Kalium nimmt aus dem Wasser den Sauerstoff an sich und zwar so heftig, daß das Kalium zu glühen anfängt und wie ein leuchtender Funken zischend im Teller umherspringt; hierbei aber steigt die Menge Wasserstoffgas, die früher mit dem Sauerstoff verbunden war, aus dem Wasser auf und über dem Teller schwebt eine Menge dieses Gases und würde, weil es ein sehr leichtes Gas ist, aufwärts nach der Stubendecke steigen. Da aber dieses Gas auch brennbar ist, so reicht die Gluth des Kaliums hin, um das Gas anzuzünden, und man sieht bei solchem Versuch gewissermaßen, wie man aus dem Wasser Feuer machen kann.

Das Kalium ist indessen immer noch ein theures Metall, und man kann das Wasserstoffgas weit billiger darstellen. Wenn man eine Handvoll kleiner Eisenstückchen, wie etwa kleine Nägel, in ein Glas wirft, das halb mit Wasser gefüllt ist, so braucht man nur ein wenig Schwefelsäure zum Wasser zuzuschütten, und man wird bald bemerken, wie aus dem Wasser Bläschen aufsteigen, als ob es kochte. Diese Bläschen sind aber nichts, als Wasserstoffgas, das frei wird, weil Eisen im Gemisch mit Schwefelsäure eine sehr starke Neigung hat, sich mit Sauerstoff zu verbinden, und diese Neigung so stark ist, daß es den Sauerstoff aus dem Wasser entreißt, wodurch der Wasserstoff des Wassers frei wird.

XVII. Anleitung zu einem Versuch.

Man kann das Wasserstoffgas schnell und leicht darstellen, wenn man statt Eisen kleine Stückchen Zink nimmt,

und da wir meinen, daß wohl mancher unserer Leser eine Ausgabe von ein paar Groschen nicht scheuen wird, um einen Versuch derart zu machen, so wollen wir möglichst deutlich die Anleitung hierzu geben.

Man nehme eine gewöhnliche Weißbier-Flasche und schütte eine Handvoll kleingeschnittenes Zinkblech hinein, das man bei jedem Klempner billig bekommen kann, da das Zink nicht neu zu sein braucht. Sodann gieße man die Flasche halbvoll mit Wasser und verschaffe sich einen guten, leichtschließenden Pfropfen zu derselben. Durch den Pfropfen aber bohre man mit einem Federmesser oder mit einem glühenden Eisen zwei Löcher, das eine groß genug, um ein längeres, breites Glasrohr durchzustecken, das andere, um ein Stückchen dünneres Glasrohr einschieben zu können. Mit diesem Pfropfen, in welchem die Glasröhren stecken, verschließe man nun die Flasche, und schiebe das längere, breitere Rohr so tief hinein in die Flasche, daß das untere Ende nahe den Boden berührt, wo die Zinkstückchen liegen, während man das dünne Glasröhrchen nur etwa einen Finger breit in die Flasche hineinschiebt und es oben beliebig hoch aus dem Pfropfen hinausragen läßt. Schafft man sich hierzu in einer gewöhnlichen Medizinflasche für einen Groschen Schwefelsäure an, so hat man Alles, was man zu dem Versuche braucht, der für jeden Lernbegierigen sehr lehrreich sein kann.

Mit einiger Vorsicht kann man aus der Medizinflasche in das längere weite Glasrohr Schwefelsäure eingießen, die in das Wasser hinabfließt; und wenn man ungefähr den achten Theil der Schwefelsäure hineingethan hat, so halte man damit inne und man wird sofort einen eigenen chemischen Prozeß in der Flasche wahrnehmen.

Vor Allem wird das Wasser in der Flasche warm, sodann aber bemerkt man, wie sich an den Zinkstückchen

Bläschen ansetzen, wie diese Bläschen sich vermehren und im Wasser aufsteigen, und wie endlich das Wasser sich ansieht, als ob es langsam kochte, und man vernimmt ein Zischen, wie etwa, wenn man frisches Selterserwasser in ein Glas, oder ein wenig Brausepulver in Wasser schüttet. Nach einigen Minuten wird man bemerken, daß durch das kleine Glasröhrchen eine Luftart ausströmt, die eigenthümlich riecht. Die Luftart ist Wasserstoffgas, das in ganz reinem Zustand geruchlos ist, doch in vorliegendem Fall von einigen beigemischten Gasen seinen Geruch erhält.

Was nun in der Flasche vorgeht, ist Folgendes:

Zink hat eine große Neigung, sich mit Sauerstoff zu verbinden; allein diese Neigung ist nicht stark genug, um den Sauerstoff aus dem Wasserstoff zu entreißen. Erst wenn man Schwefelsäure dazu bringt, tritt eine solche Umwandlung des Zinks ein, daß seine Begierde nach Sauerstoff sehr stark wird. Da nun im Wasser Sauerstoff vorhanden ist, so zieht das Zink diesen Sauerstoff an sich und verbindet sich mit demselben, während der Wasserstoff als Gas in einzelnen Bläschen im Wasser aufsteigt und den leeren Raum der Flasche mit Wasserstoffgas ausfüllt. Dieses Gas ist es nun, das aus dem kleinen Röhrchen ausströmt und immer stärker ausströmt, je stärker die Entwickelung des Gases in der Flasche vor sich geht.

Das ausströmende Gas ist brennbar, d. h. diese Luftart brennt, wenn man sie ansteckt. Allein man hüte sich ja, dies sogleich zu thun, sondern man warte lieber an zehn Minuten und gieße, wenn das Brausen in der Flasche nachläßt, wieder eine kleine Portion Schwefelsäure zu, denn durch allzufrühes Anzünden des Gases kann man leicht ein Unglück anrichten. In der Flasche nämlich war gewöhnliche Luft. Diese Luft enthält, wie wir bereits wissen, Sauerstoff; das also, was zuerst aus der Flasche

ausströmt, ist nicht bloßes Wasserstoffgas, sondern ein Gemisch von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas; das aber ist eine gefährliche Luftart, denn wenn man sie anzündet, flammt sie mit einem furchtbaren Knall auf und zersprengt die Flasche derart, daß man sich dabei gefährlich verwunden kann. Erst nach einigen Minuten heftiger Ausströmung ist dies gefährliche Gas, das man „Knallgas" nennt, fort, und wenn die Strömung unterhalten wird, kommt kein Sauerstoff in die Flasche hinein; man kann daher nach Verlauf von zehn Minuten ganz gefahrlos einen brennenden Fidibus an die Spitze des kleinen Röhrchens halten, und man wird sehen, daß hier eine kleine Flamme erscheint, die schwach bläulich leuchtet und fortbrennt, so lange die Entwickelung des Gases in der Flasche stark genug ist, was auch der Fall ist, wenn man immer etwas frische Schwefelsäure zugießt.

Wir wollen im nächsten Abschnitt zeigen, welch' eine Reihe hübscher Versuche man nun anstellen kann.

XVIII. Weitere Versuche mit Wasserstoffgas und die Kunst, aus Feuer Wasser zu machen.

Wenn man das aus dem kleinen Glasrohr ausströmende Gas ansteckt, so zündet man eigentlich eine Gasflamme an; allein sie brennt nicht leuchtend, wie gewöhnliches Leuchtgas, sondern mit bläulicher Flamme, wie die einer kleinen Spiritus-Lampe. Was dieser Flamme fehlt, um Leuchtgas zu werden, ist Kohle. Macht man daher den Versuch und läßt ein wenig Cigarrenrauch in die Flamme strömen, so wird man sogleich ein Aufleuchten der Flamme gewahren.

So wenig leuchtend aber die Flamme des Wasserstoff-

gases ist, so heiß ist sie. Wenn die Ausströmung nur ein bischen stark ist, so kann man Glasrohr, das man erst ein wenig hin und her durch die Flamme zieht, hineinhalten und man wird bald gewahren, daß das Glas weich wird, sich ziehen und biegen läßt, so daß man sich beliebig das gerade Glasrohr in verschiedene Formen umbiegen und auch in feine Spitzen ausziehen kann. — Die Hitze der kleinen Flamme reicht also hin, um Glas zum Schmelzen zu bringen, was bei einer gewöhnlichen Lampe nicht der Fall ist.

Hat man aber ein Stückchen Platina-Schwamm zur Hand, so kann man ein eigenthümliches Schauspiel beobachten. Löscht man nämlich die Flamme aus und läßt das Gas heftig ausströmen, so braucht man nur den Platina-Schwamm in den Strom von Wasserstoffgas zu halten und man wird sehen, wie der Schwamm zu glühen anfängt und dabei das Gas wieder anzündet. — Man besitzt daher in einer Flasche Wasserstoffgas und einem Stückchen Platina-Schwamm, das bei jedem Mechanikus käuflich zu haben ist, ein eigenthümliches Feuerzeug, bei welchem man sich überzeugen kann, wie das kalte ausströmende Wasserstoffgas auf den kalten Platina-Schwamm so einwirkt, daß er in's Glühen geräth und endlich das Gas anzündet.

Die Erklärung dieses Vorganges ist folgende.

Der Platina-Schwamm ist eine außerordentlich fein zertheilte Masse von Platina-Metall. Dieses fein zertheilte Metall saugt im gewöhnlichen Zustand eine außerordentliche Masse von Luft in sich ein, die in den Zwischenräumen des Schwammes sehr verdichtet ist. Da aber diese verdichtete Luft Sauerstoff in sich hat und das Platina-Metall sich nicht leicht mit Sauerstoff verbindet, so findet das hineinströmende Wasserstoffgas viel Sauerstoff vor, mit welchem es sich verbinden kann. — Nun wissen wir

ja bereits, daß jede Verbindung mit Sauerstoff Wärme erzeugt. Die Verbindung also vom Wasserstoff und Sauerstoff, die im Schwamm vor sich geht, erzeugt Wärme, und wenn sie fortdauert, steigert sich die Wärme derart, daß der Schwamm in Gluth geräth. Daß der glühende Schwamm sodann das Wasserstoffgas anzündet, ist leicht einzusehen.

In der That besteht hierin das Wesen eines Platina-Feuerzeugs, das wohl schon jeder unserer Leser gesehen haben wird. In einem solchen Feuerzeug befindet sich ein Glas, worin Wasser und Schwefelsäure ist. Zugleich ist in dies Schwefelsäure-Wasser eine kleine Glasglocke eingetaucht, in welcher sich ein Zinkkolben befindet. So oft nun der Zinkkolben angefeuchtet wird mit dem gesäuerten Wasser, entwickelt sich in der Glasglocke Wasserstoffgas. Oeffnet man nun oben einen Hahn, aus welchem das Wasserstoffgas aus der feinen Spitze eines Röhrchens ausströmen kann, so geht dieser Strom Wasserstoffgas auf ein Stückchen Platina-Schwamm, das in der Nähe aufgestellt ist, wodurch der Schwamm zu glühen anfängt und das Gas anzündet. — Wer ein solches Platina-Feuerzeug aus der Blechbüchse, worin es meist steht, heraushebt und mit einigem Nachdenken beobachtet, der wird viel Interessantes und Lehrreiches mit Leichtigkeit herausfinden.

Kehren wir aber nun zu unserm Versuch zurück, so kann man noch manche lehrreiche Beobachtung dabei anstellen.

Wenn man das Wasserstoffgas anzündet, so bemerkt man, daß es in der Flasche nicht brennt, sondern erst, wenn es ausgeströmt ist und mit der Luft in Berührung tritt. Hieraus kann man entnehmen, daß das Wasserstoffgas nur brennt, wenn Sauerstoff zugegen ist, wie das in der Luft der Fall ist, oder richtiger: Wasserstoffgas verbrennt, indem es sich mit Sauerstoffgas verbindet. —

Was aber wird aus dieser Verbindung?

Nun, das wollen wir sogleich sehen.

Man halte über der kleinen Gasflamme ein großes langes Weißbierglas, das man inwendig und auswendig recht trocken ausgewischt hat, und zwar halte man das Glas umgekehrt, so daß die Gasflamme inwendig ist, wie etwa eine Lampenflamme im Cylinder. Nach einer Weile wird man bemerken, daß das Glas inwendig zu beschlagen anfängt, als hätte man hineingehaucht. Das Glas wird inwendig feucht, ja bei geeigneter Vorrichtung kann man es sogar soweit bringen, daß sich Tropfen zu sammeln anfangen und endlich das Wasser an den Wänden des Glases herabfließt.

Wo kommt dieses Wasser her?

Es rührt von der Verbindung des ausströmenden Wasserstoffs mit dem Sauerstoff der Luft her. Beim Verbrennen des Wasserstoffs also verbindet sich dieser mit Sauerstoff und bildet W a s s e r.

XIX. Die Haupt-Kunststücke der Chemie.

Wir haben im vorhergehenden Abschnitt durch den Versuch gezeigt, wie sich Wasser bildet, oder richtiger, wie man Wasser machen kann. Man stellt es her, indem man Wasserstoffgas in der Luft verbrennen läßt, welche Sauerstoff enthält; der Wasserstoff verbindet sich mit dem Sauerstoff und beide zusammen werden Wasser. Dieses Wasser würde sofort sichtbar sein, wenn es nicht durch die Hitze der Flamme in Dampf verwandelt wäre. Erst wenn dieser Dampf sich auf der inwendigen Fläche des Bierglases niedergeschlagen hat, erscheint er in tropfbarer Gestalt und

wird wirkliches Wasser, das seiner Natur nach nicht im mindesten etwas Anderes ist, als alles Wasser in der Welt.

Bei diesem interessanten Versuch kann man so recht sehen, was die Chemie Alles machen kann, oder richtiger: man kann beobachten, worin denn eigentlich die Haupt-Kunststücke der Chemie bestehen. Sie bestehen im Zerlegen und im Zusammensetzen der Körper.

Erst haben wir bei unserm Versuch das Wasser in der Bierflasche zerlegt. Wir haben seine beiden Bestandtheile getrennt; den Sauerstoff haben wir zum Zink gehen lassen und den Wasserstoff ließen wir ausströmen. Dadurch ist ein Theil Wasser vernichtet worden. Wer eine sehr empfindliche Waage hat und die Flasche auf eine solche stellt, der wird bemerken, wie die Flasche immer leichter wird, je mehr Gas ausströmt. Wer sehr genau messen kann, wie hoch das Wasser in der Flasche steht, der wird durch gute Instrumente bemerken, daß das Wasser in der Flasche immer weniger wird. Also in der Flasche geht eine Zerlegung des Wassers vor sich. Zündet man aber das Wasserstoffgas an und hält, wie wir gezeigt haben, das Bierglas darüber, so bewirkt man das zweite Kunststück der Chemie. Man schafft eine Zusammensetzung des Wassers. Man nimmt den Wasserstoff aus der Flasche und den Sauerstoff aus der Luft und macht gerade ebensoviel Wasser, wie man in der Flasche vernichtet hat. —

Die wirklichen Chemiker sind mit außerordentlich feinen Instrumenten versehen und sind im Stande, Jedem, der sich davon überzeugen will, zu beweisen, daß nicht das kleinste Atom Wasser dabei verloren geht, sondern genau so viel Wasser, wie in der Flasche zerlegt wird, genau so viel Wasser wird bei der Verbrennung des Wasserstoffgases gebildet.

Man kann aber mit dem Wasserstoffgas noch sehr

interessante Versuche anstellen. Das Wasserstoffgas ist eine Luftart, die vierzehn Mal leichter ist als gewöhnliche Luft. Das Gas steigt daher in gewöhnlicher Luft nach oben. Wenn man nun ein dünnes Gutta-Percha-Rohr über das kleine Glasrohr zieht und das Gas durch das Gutta-Percha-Rohr stark ausströmen läßt, so braucht man nur das Ende des Gutta-Percha-Rohrs in gewöhnliches Seifwasser zu tauchen, um Seifenblasen zu bekommen, wie sie die Kinder zu ihrem Ergötzen machen. Eine solche Seifenblase ist nun mit Wasserstoffgas gefüllt, und da dies Gas viel leichter ist als Luft, so steigt die Blase ohne Weiteres gerade aufwärts bis zur Stubendecke und im Freien so hoch auf, daß sie dem Auge entschwindet. In einer solchen Spielerei hat man das ganz richtige Bild eines Luftballons. — Die Luftballons, deren Aufsteigen immer ein gern gesehenes Schauspiel ist, sind ebenfalls nur mit Wasserstoffgas gefüllt. Je größer sie sind, um so stärker ist ihr Bestreben, sich in die Luft zu erheben, und deshalb sind große Ballons im Stande, bedeutende Lasten, wie ein Schiffchen mit einer ganzen Masse von Menschen, mit in die Höhe zu nehmen und eine Luftfahrt mitmachen zu lassen. — Eine mit Wasserstoffgas gefüllte Seifenblase ist also in Wirklichkeit nichts anderes, als ein kleiner Luftballon.

Kommt man mit einem Lichte solcher Seifenblase nahe, so entzündet sie sich mit einem leichten Knall. Macht man aber solche Seifenblasen gleich zu Anfang, ehe noch die Flasche von der gewöhnlichen Luft entleert ist, so befindet sich in der Seifenblase die Mischung von Sauerstoffgas und gewöhnlicher Luft, die man Knallgas nennt, und zündet man solche Seifenblase, wenn sie in der Stube herumfliegt, an, so platzt sie mit einem so heftigen Knall, als ob eine Pistole abgeschossen würde.

Aber nicht zur bloßen Spielerei kann man das Knallgas gebrauchen, sondern eine Mischung von reinem Sauerstoff mit Wasserstoffgas, die das eigentliche Knallgas bildet, giebt beim Entzünden eine so ungeheure Hitze, daß in der Flamme dieses Knallgases Stahl und Eisenstücke wie Fidibusse wegbrennen, die härtesten Gegenstände, und selbst Kalk, der in keiner Weise bisher konnte durch Feuer angegriffen werden, zum Schmelzen gebracht werden können.

Läßt man einen brennenden Strom von solchem gemischten Gas auf ein Stückchen Kreide strömen, so fängt es an, weißglühend zu werden und verbreitet ein so helles Licht, daß es fast die Augen blendet, gleich einem Strahl des Sonnenlichts. — Außer dem elektrischen Licht ist das Knallgaslicht, das man auch Wasser-Sauerstoff-Licht, oder mit dem griechischen Namen Hydro-Oxygen-Gas-Licht nennt, das hellste, das man künstlich erzeugen kann.

XX. Was denn eigentlich Wasser ist und was man aus einem Glase Wasser machen kann.

Nunmehr wird es Jeder unserer Leser einsehen können, was eigentlich Wasser ist. — W a s s e r i s t n i c h t s a n d e r e s a l s v e r b r a n n t e s W a s s e r s t o f f g a s! —

Freilich klingt dies sehr sonderbar und der Unkundige glaubt, daß es nur eine Art Gelehrtenwitz sein soll; aber es ist nicht so. Es ist in Wahrheit alles Wasser in der Welt gar nicht anders möglich, als daß es auf ähnliche Weise entstanden ist, als daß ehedem nur seine zwei Bestandtheile existirten, zwei Luftarten, Wasserstoff und Sauerstoff, und erst, als der Wasserstoff in der Mischung mit Sauerstoff verbrannte, bildete sich Wasser.

Welche Wichtigkeit diese Erkenntniß aber für die praktische Welt hat, ist wahrlich kaum zu beschreiben.

In einem einzigen Glase Wasser ist eine so ungeheure Masse von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas verdichtet, daß man mit diesen Gasen vollständig einen Tag lang ein Zimmer heizen und beleuchten kann. Heizung und Beleuchtung, die so außerordentlich viel kosten, würden in der Welt gar keine Ausgabe mehr verursachen, wenn man nur im Stande wäre, das Wasser auf billige Weise in seine zwei Bestandtheile zu zerlegen und einen Ballon Wasserstoffgas und einen Ballon Sauerstoffgas daraus zu machen. Könnte man dies, so brauchte man nur durch ein Rohr das Wasserstoffgas in den Ofen ausströmen zu lassen und das Gas anzuzünden. Schon bei Zutritt der gewöhnlichen Luft würde der Ofen so heiß werden, daß er übermäßige Wärme erzeugen würde. Zur Beleuchtung brauchte man nur aus einem Rohre Wasserstoffgas ausströmen und durch diesen Strom einen Strom Sauerstoffgas fließen zu lassen, und man brauchte nur in der Flamme dieses gemischten Gases ein Stückchen Kreide anzubringen, um ein Licht zu erhalten, wie es keine Lampe in der Welt verbreiten kann.

Warum aber thut man dies nicht? Wo liegt das Hinderniß?

Das Hinderniß liegt darin, daß die Chemie noch nicht so weit ist, auf billigem Wege das Wasser zu zersetzen; oder richtiger, die Chemie ist noch nicht so weit, die Stoffe, die dazu verbraucht werden, wiederum mit Leichtigkeit her zustellen.

Wir haben gesehen, daß man Zink in die Flasche thun mußte, woraus wir Wasserstoffgas entwickelt haben. Sodann wurden wir genöthigt, Schwefelsäure zuzugießen, und erst mit Hülfe dieser Stoffe konnten wir dem Wasser, das

freilich gar nichts kostet, seinen Wasserstoff entreißen. Aber Zink und Schwefelsäure kosten Geld und diese, die dabei verloren gehen, machen das Wasserstoffgas theuer.

Wie aber, wird der denkende Leser fragen, können Zink und Schwefelsäure verloren gehen? Sie stecken ja doch in der Flasche! Wo bleiben denn diese Stoffe?

Das ist ganz richtig, sie gehen auch nicht verloren. Zink und Schwefelsäure sind und bleiben in der Flasche, und es kommt zu ihnen noch etwas zu, nämlich der Sauerstoff des Wassers. Aber diese Stoffe verbinden sich chemisch, verwandeln sich und bilden einen neuen Stoff, der bei weitem nicht so viel werth ist, als der Zink und die Schwefelsäure gekostet haben.

Aus dem Zink, der Schwefelsäure und dem Sauerstoff des Wassers ist nämlich etwas ganz Neues und Eigenthümliches geworden, das man schwefelsaures Zink-Oxyd nennt.

Wenn man nämlich den Versuch gemacht und eine tüchtige Masse Wasserstoffgas aus der Flasche hat strömen lassen, so wird man bemerken, daß der Zink verschwunden ist. Es werden nur einige schwarze Flöckchen im Wasser herumschwimmen, die unreine Beimischungen des Zinks sind. Der Zink wird völlig unsichtbar sein. — Will man nun wissen, wo er hingekommen ist, so muß man die Flüssigkeit in der Flasche durch ein reines Läppchen oder Fließpapier gießen, so daß man in einem Glase eine reine Flüssigkeit erhält, die wie Wasser aussieht. Dieses Wasser läßt man langsam kochen, oder man stellt es an eine heiße Stelle, z. B. in die heiße Röhre, und läßt die Flüssigkeit ruhig eindampfen; dann bemerkt man bald, daß Krystalle entstehen, eine Art langwürfliges Salz, das eben nichts anderes ist, als schwefelsaures Zinkoxyd, das man im gewöhnlichen Leben weißen Vitriol nennt. — Dieses Salz

aber kann man nicht recht verwenden, um es werthvoll zu machen, und dadurch geht bei der Bereitung des Wasserstoffs viel Geld verloren, so daß der Wasserstoff aus Wasser noch zu theuer ist, obgleich das Wasser gar nichts kostet.

Freilich wird mancher Leser fragen: kann man denn dieses Salz nicht auf chemischem Wege zerlegen, so daß man daraus wieder Zink und Schwefelsäure erhält, und diese beiden Stoffe wiederum benutzen kann zur Erzeugung von Wasserstoffgas?

Wohl kann man das; aber zu dieser Zerlegung braucht man wieder andere Stoffe, die theuer, ja noch theurer sind als Zink; es lohnt sich also nicht, diese Zerlegung vorzunehmen.

Durch zwei Erfindungen könnte man hier der Welt eine unendliche Wohlthat erweisen und seinen Namen in der Menschheit verewigen. Entweder es erfindet Jemand, wie man das schwefelsaure Zinkoxyd zu irgend etwas Nützlichem und Einträglichem verwenden kann; oder es entdeckt Jemand, wie man aus diesem Salz billig wieder Zink und Schwefelsäure macht.

Man glaube aber ja nicht, daß die Wissenschaft still steht oder gar umkehrt; sie schreitet trotz aller frommen Weltbeglücker vorwärts, und ohne Zweifel wird man einmal mit Wasser heizen und beleuchten, wenn man dazu vielleicht auch einen andern Weg einschlagen wird als den, welchen wir eben besprochen haben.

Einige Andeutungen über diesen Weg wollen wir im nächsten Abschnitte darlegen.

XXI. Eine wichtige Erfindung zur billigsten Heizung und Beleuchtung.

Da man noch nicht dazu gelangt ist, auf chemischem Wege billiges Wasserstoffgas herzustellen, so hat man die Hoffnung auf zwei andere Arten der Herstellung gerichtet, die allem Anschein nach dem Gelingen nahe sind.

Die eine Art gründet sich darauf, durch große Hitze Wasser zu zersetzen und Wasserstoffgas zu erzeugen; die andere auf die Anwendung von Elektricität zu diesem Zwecke.

Man hat schon vor längerer Zeit die Beobachtung gemacht, daß, wenn man mit einer Feuerspritze (mit der man bekanntlich nicht Feuer, sondern Wasser spritzt,) wenn man mit einer solchen Spritze mitten in einen bedeutenden Häuserbrand hineinspritzte, um das Feuer zu löschen, dies nicht nur wirkungslos blieb, sondern die Flamme meist noch vergrößerte. Diese Erfahrung bewirkte, daß man bei Feuersbrünsten nur die noch nicht von heftigen Flammen angegriffenen Theile zu löschen versucht, den hell aufflammenden Theil aber seinem Schicksal überläßt.

Wie man in neuerer Zeit erkannt hat, beruht diese Beobachtung auf richtigen Thatsachen. Der Grund dieser Erscheinung ist folgender.

Brennende Gegenstände werden nur deshalb durch Wasser gelöscht, weil das Wasser die Gegenstände abkühlt und ihnen die nöthige Wärme benimmt, welche sie zur Verbrennung brauchen. Aus demselben Grunde geht auch ein Licht aus, wenn man hineinbläst, denn die kalte Luft kühlt das brennende Licht ab und verhindert daher sein Weiterbrennen; aber eben so gut, wie man einen glimmenden Docht anblasen kann zur hellen Flamme, wenn man ihm gerade sehr viel Luft, also auch Sauerstoff zuführt, der das Verbrennen begünstigt, eben so geht es mit Wasser.

Wenn man einen Strahl Wasser in einen sehr bedeutend glühenden Brand hineinspritzt, so verwandelt die große Hitze das Wasser zuerst in Dampf, bevor es noch den brennenden Gegenstand berührt. Der Dampf aber erleidet, wenn die Hitze stark genug ist, eine solche Ausdehnung, daß die zwei Grundstoffe des Wassers ihre chemische Verbindungskraft verlieren, und so kommt statt des Wassers nur Sauerstoff und Wasserstoff in den Brand hinein und dies vermehrt die Flamme, statt sie zu löschen.

Daß man durch Wasser gerade das Feuer befördern kann, das wissen schon viele Feuerarbeiter. Der Schmied, der Schlosser, der im Steinkohlenfeuer sein Eisen glühend macht, bespritzt die Steinkohlen mit Wasser, bevor er seinen Blasebalg zieht; denn die große Hitze, mit welcher die Steinkohle verbrennt, wenn recht viel Luft, also Sauerstoff dem Blasebalg entströmt, reicht hin, einen Theil des Wassers zu zersetzen und es in seine Bestandtheile zu zerlegen, die dem Feuer so günstig sind. Ja, diejenigen, die mit Koaks heizen, wissen auch schon, daß es gut ist, wenn sie nassen Koaks in den Ofen zuwerfen, sobald nur das Feuer im Ofen recht weißglühend brennt, und so geschieht in der That schon theilweise eine Benutzung des Wassers als Feuerungs-Material; denn der nasse Koaks brennt wirklich besser, sobald er in einen Ofen geworfen wird, wo bereits der früher angezündete Koaks in vollster Flamme ist.

Auf diesem Prinzip beruht eine Erfindung, die man jetzt in Nordamerika auszubeuten trachtet und von deren Gelingen bereits in den Zeitungen Vieles mitgetheilt worden ist. Die eigentliche Art der Einrichtung ist noch nicht bekannt; aber im Allgemeinen beruht sie — laut allen Anzeichen — darauf, daß man einen dünnen Wasserstrahl zwischen weißglühende Eisenplatten strömen läßt, deren Hitze nicht nur groß genug ist, das Wasser in Dampf zu

verwandeln, sondern auch diesen Dampf so auszudehnen, daß die chemische Verbindung zwischen dem Wasserstoff und Sauerstoff des Dampfes aufgehoben wird. Hierdurch wird nun das Wasserstoffgas frei und durch eigene Vorrichtungen, die noch nicht bekannt sind, wird das Wasserstoffgas weiter geleitet, um zur Verbrennung zu dienen. — Falls wirklich diese bedeutende Erfindung sich bewährt, so beruht die Hauptsache nicht auf der Herstellung des Wasserstoffgases, sondern auf der Art und Weise, wie dabei eine Verbindung des Eisens mit dem Sauerstoff verhütet wird, da eine solche Verbindung, bei welcher das Eisen sich in Rost verwandelt, die Herstellung des Wasserstoffgases vertheuern würde.

Obwohl wir nun noch nicht sagen können, ob diese Erfindung wirklich die große Aufgabe löst oder nicht, so steht doch so viel fest, daß in ihr ein bedeutender Fortschritt schon gemacht sein muß, da gut unterrichtete Berichterstatter außerordentliche Hoffnungen daran knüpfen. Es wird von diesen behauptet, daß man mit dieser Erfindung bereits so weit sei, daß man hinlängliches Gas zur Heizung und Beleuchtung eines Zimmers für 10 Pfennige täglich herstellen könne, was in der That ganz außerordentlich billig wäre.

In England hat man indessen den andern Weg zur Herstellung billiger Beleuchtung eingeschlagen, der eigentlich der chemisch-elektrische ist und gerade nicht ganz zu unserm Thema gehört. Wir wollen jedoch der Wichtigkeit halber, die man dieser Erfindung zuschreibt, einen kurzen Abriß derselben unsern Lesern vorführen.

XXII. Von der Zerlegung des Wassers auf elektrischem Wege.

Schon seit langer Zeit sind die Naturforscher der Ansicht, daß Chemie und Elektricität sehr nahe verwandt sind; in neuerer Zeit ist man sogar mit Recht auf den Gedanken gekommen, daß die chemische und elektrische Thätigkeit aus einer und derselben Kraft und Eigenschaft der Körper entspringen.

Um nun von der Zersetzung des Wassers in seine Grundbestandtheile zu sprechen, so haben wir bereits gezeigt, wie man diese Zersetzung auf chemischem Wege herstellen kann; wir wollen jetzt in möglichst faßlicher Weise zeigen, wie man dieselbe Zersetzung des Wassers auf elektrischem Wege bewerkstelligt.

Man nehme ein Stück Lampen-Cylinder und verschließe das eine offene Ende mit einem Stückchen Schweinsblase, so daß der Cylinder eine Art Becher bildet, in den man Wasser hineingießen kann. In diesen Becher stelle man ein Stück Zinkblech, woran man ein Stück Kupferdraht angelöthet, oder sonst gehörig befestigt hat. Diesen künstlichen Becher mit dem Stück Zink darin stelle man in ein gewöhnliches Bierglas, setze aber auch in das Bierglas ein Stück Kupferblech, an welchem ebenfalls ein langer Kupferdraht befestigt ist.

Nun gieße man in den künstlichen Becher und in das Bierglas eine Partie Wasser, so daß sie beide fast voll sind. Wenn das geschehen ist, gieße man in den künstlichen Becher, worin das Zinkblech steht, ein wenig Schwefelsäure, und in das Bierglas, worin das Kupferblech steht, werfe man etwas Kupfervitriol.

In diesem sehr billig herzustellenden Apparat besitzt man eine elektrisch-galvanische Maschine. Mit solchen

Apparaten kann man galvanische Versilberungen, galvanische Vergoldungen bewerkstelligen; solche Apparate werden zur elektrischen Telegraphie benutzt und zugleich kann man mit diesen bedeutende chemische Wirkungen hervorbringen. Wir wollen ein andres Mal über diesen Apparat unsern Lesern weiteren Bericht abstatten; für jetzt mag es genügen, darzuthun, daß man mittelst mehrerer solcher Maschinen im Stande ist, Wasser in seine zwei Bestandtheile zu zerlegen.

Wenn man nämlich die Enden der beiden Drähte in eine Tasse mit Wasser hineinlegt, ohne daß die Drähte sich berühren, so bewegt sich ein elektrischer Strom durch die Drähte und das Wasser; und dieser Strom hat die Eigenschaft, das Wasser in der Tasse chemisch zu zerlegen. Wenn man den einen Draht, der an der Zinkplatte befestigt ist, den positiven Pol, und den Draht, der an der Kupferplatte befestigt ist, den negativen Pol nennt, so bemerkt man, daß an beiden Drähten, sobald sie im Wasser liegen, sich kleine Luftbläschen ansetzen, und fängt man diese Luftbläschen in geeigneten Apparaten besonders auf, so findet es sich, daß die am positiven Pol, also am Zinkende, reines Sauerstoffgas, während die am negativen Pol, am Kupferende, reines Wasserstoffgas sind.

Eine ausführliche Beschreibung dieser Erscheinung würde uns zu weit führen; wir müssen uns für jetzt mit der einfachen Thatsache begnügen, daß durch den Apparat, die Drähte und das Wasser ein elektrischer Strom sich bewegt, und dieser Strom hat die Eigenschaft, chemische Verbindungen aufzuheben, so daß die chemische Verbindung des Sauerstoffs und Wasserstoffs im Wasser, das sich in der Tasse befindet, gelöst wird, und zwar derart gelöst, daß das Zinkende den Sauerstoff anzieht und das Kupferende den Wasserstoff.

Es läßt sich nun denken, daß ein ganzes System von solchen Apparaten hinreichen würde, große Massen Wasser zu zersetzen, und somit hätte man wieder einen Weg, Licht und Wärme aus dem Wasser herzustellen.

Allein auch hier sind die Kosten viel zu hoch, um diesen Weg praktisch zu machen. Denn das Zinkblech, das in der verdünnten Schwefelsäure steht, geht dabei verloren, indem es, ganz wie in der Flasche, die wir bereits kennen, sich in das werthlose schwefelsaure Zinkoxyd verwandelt. Nur wenn man einen solchen elektrischen Strom billig erzeugen kann, nur dann wäre die elektrische Wasserzersetzung eine große Wohlthat. — Diese große Aufgabe haben sich mehrere Engländer gestellt, und von Zeit zu Zeit hört man die Versicherung, daß dieselbe ihnen zum Theil gelungen sei.

Der elektrische Apparat hat, wenn er stark genug ist, aber noch eine besondere wunderbare Eigenschaft und die besteht in Folgendem: Wenn man zwei zugespitzte Stückchen Kohle auf die Drahtenden steckt und sie aneinander bringt, so entsteht zwischen ihnen ein glänzendes Licht, das man das elektrische Licht nennt, welches so außerordentlich stark leuchtet, daß man es Meilen weit sehen kann.

Die schöne Erscheinung des elektrischen Lichtes wird oft für Geld gezeigt, ist aber auch noch nicht praktisch und zwar ebenfalls, weil zu viel Zink dabei verloren geht. In neuester Zeit hat man in England statt des Zinks Eisen angewendet, und ein Chemiker hat die Entdeckung gemacht, daß man dieses verloren gehende Eisen zur Herstellung vorzüglicher Farben benutzen und also verwerthen kann. Wenn sich dies, wie es scheint, bestätigt, so wäre man dem Ziel, in billiger Weise Wasser zu zersetzen, gleichfalls sehr nahe.

Wir glauben indessen, daß besten Falles noch an zwei

Jahre hingehen werden, bevor die Resultate all' der Versuche der Welt bekannt werden. Es hat nämlich Louis Napoleon einen großen Preis auf die vorzüglichste Erfindung im Gebiet der Elektrizität ausgesetzt, und da die billigste Art der Wasserzersetzung mit hierzu gehört, so läßt sich vermuthen, daß alle Erfindungen und Entdeckungen derart, bis zur Zeit, wo der Preis vertheilt werden soll, wohl geheim bleiben werden.

XXIII. Etwas vom Stickstoff.

Wir wollen nunmehr einen neuen chemischen Stoff kennen lernen, der in der Natur, und namentlich in unseren Nahrungsstoffen eine große Rolle spielt.

Dieser neue Stoff heißt: Stickstoff.

Wie sieht wohl eine Flasche voll Stickstoff aus? Was hat der Stickstoff für Geruch? was für Farbe?

Der Stickstoff ist von Ansehen weder vom Sauerstoff, noch vom Wasserstoff zu unterscheiden. Der Stickstoff ist eine Luftart, die ganz wie die gewöhnliche Luft aussieht, denn die gewöhnliche Luft besteht eben zum größten Theil aus Stickstoff. Eben so wenig hat der Stickstoff einen Geruch oder irgend welche Farbe, und doch werden wir bald sehen, daß seine chemischen Verbindungen sowohl mit dem Sauerstoff wie mit dem Wasserstoff ganz merkwürdige Flüssigkeiten herstellen, die zu den eindringlichsten und schärfsten gehören, die die Chemie hervorbringen kann.

Man kann sich außerordentlich leicht ein Glas voll Stickstoff herstellen. Unsere Luft besteht aus einem Gemisch von einem Theil Sauerstoff und vier Theilen Stickstoff, oder genauer: in hundert Kubikfuß Luft sind immer 21 Kubikfuß Sauerstoffgas und 79 Kubikfuß Stickstoffgas

enthalten. Man braucht daher nur aus einem mit Luft gefüllten Gefäß den Sauerstoff fortzunehmen, so bleibt in demselben nur der Stickstoff übrig.

Wenn man daher auf einem flachen Teller mit Wasser einen breiten Pfropfen schwimmen läßt und auf diesen ein Stück Schwamm hinlegt, das mit Spiritus getränkt ist, so braucht man nur den Schwamm anzuzünden und ein Bierglas umgekehrt über den Pfropfen in den Teller hineinzustellen, um sofort ein Schauspiel eigner Art zu haben.

Die Luft, die im Glase war, bestand aus einem Theil Sauerstoff und vier Theilen Stickstoff. Der Spiritus aber, der im innern Raum des Glases eine kurze Zeit brennt, verbindet sich dabei mit dem einen Theil Sauerstoff, der im Glase ist, so daß nur die vier Theile Stickstoff in demselben übrig bleiben. Da aber nun ein Fünftel der Luft im Glase verzehrt ist, so wird man bald bemerken, daß das Wasser im Glase zu steigen anfängt und gerade ein Fünftel vom Raum des Glases sich mit Wasser füllt. Sobald dies geschehen ist, erlischt die Flamme des Schwammes, selbst wenn noch unverbrannter Spiritus dran ist, und zeigt uns, daß in der übrig gebliebenen Luft des Glases eine Verbrennung nicht mehr möglich ist.

Bringt man durch irgend welche Vorrichtung ein Thier in den Raum dieses Glases, so erstickt es in demselben ganz in der Zeit, als wenn im Glase gar keine Luft wäre. Die Luft, die jetzt im Glase ist, ist also nicht zur Athmung brauchbar, und weil die Thiere in solcher Luft ersticken, nennt man diese Luftart Stickstoff.

Vergleichen wir nun einmal die drei Luftarten oder die chemischen Stoffe, die wir jetzt kennen gelernt haben, mit einander, so finden wir Folgendes:

Der Sauerstoff an sich ist keine brennbare Luft; aber er befördert die Verbrennung, d. h. es verbrennen die

Körper lebhafter, wenn sie in Sauerstoff gebracht werden. Das Wasserstoffgas befördert die Verbrennung nicht und ein brennender Körper, der in ein Gefäß mit Wasserstoffgas gebracht wird, erlischt; aber das Wasserstoffgas selber ist brennbar und brennt, wenn es in der Luft angezündet wird. Der Stickstoff dagegen ist weder brennbar, noch brennen die Körper fort in einem Gefäße mit Stickstoff.

Man kann sich den Stickstoff auch auf anderem Wege bereiten. Wenn man in eine Flasche ein wenig Wasser gießt, sodann eine Stange Phosphor an einem Pfropfen befestigt und mit diesem Pfropfen die Flasche so zustöpselt, daß die Stange Phosphor in die Flasche hinabhängt, so braucht man diese Flasche nur an 24 Stunden stehen zu lassen, um in derselben reines Stickstoffgas zu haben. Die Erklärung dieser Erscheinung ist folgende: In der Flasche befand sich gewöhnliche Luft, d. h. eine Mischung von vier Theilen Stickstoff und einem Theil Sauerstoffgas. Der Phosphor aber hat eine große Neigung, sich chemisch mit Sauerstoff zu verbinden; dies geschieht, wenn der Phosphor nicht erhitzt wird, sehr langsam, so daß etwa erst in vierundzwanzig Stunden aller vorräthige Sauerstoff sich mit Phosphor verbunden hat. Hieraus entsteht in der Flasche zwar ein neuer Stoff, die Phosphorsäure; aber diese Phosphorsäure, die wie ein weißer matt leuchtender Nebel aussieht, verbindet sich mit dem Wasser, das auf dem Boden der Flasche ist, und in der Flasche selber bleibt nur reiner Stickstoff übrig.

Der Stickstoff ist in der Natur außerordentlich stark verbreitet, da schon vier Fünftel der Luft aus Stickstoff bestehen; in den Pflanzen und Thieren bildet dieser Stoff das Hauptnahrungsmittel, denn nur stickstoffhaltige Speisen vermögen Fleisch hervorzubringen. Es ist dieser Stoff

aber ganz eigenthümlich in seinen Verbindungen, und deshalb wollen wir ihn jetzt etwas näher betrachten.

XXIV. Die chemische Trägheit des Stickstoffes und deren wohlthätige Folgen.

Das eigenthümliche chemische Verhalten des Stickstoffs besteht darin, daß er so gut wie gar keine Lust hat, sich mit irgend einem Körper zu verbinden.

Wir wissen, daß feucht gewordenes Eisen eine große Neigung hat, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden, und aus dieser Verbindung entsteht der Rost. Desgleichen haben viele Metalle die Neigung, Verbindungen mit Sauerstoff einzugehen. Einzelne von ihnen sind sogar so kräftig in dieser Neigung, daß sie sich den Sauerstoff herausholen aus andern Körpern, mit denen er bereits verbunden ist. — Ebenso giebt es Luftarten, die Lust haben, sich mit Wasserstoff zu verbinden, obgleich dies schon schwieriger vor sich geht. Der Stickstoff dagegen ist ein höchst gleichgültiger Stoff, der nur unter ganz besonderen Umständen dazu gebracht wird, eine chemische Verbindung mit andern Stoffen einzugehen.

Für das Leben der Menschen und Thiere ist dieser Umstand von der höchsten Wichtigkeit. Wir athmen in einemfort Luft ein und benutzen eigentlich nur das eine Fünftel Sauerstoff, das darin ist; die vier Theile Stickstoff aber, die wir bei dieser Gelegenheit mit in unsere Lungen aufnehmen, würden, wenn im Stickstoff eine Neigung vorhanden wäre, sich chemisch zu verbinden, eine wesentliche Störung in unserm Körper verursachen; so aber, da der Stickstoff so träge ist, wird er wieder aus unserm Körper entfernt, ohne irgendwie eine Rolle darin zu spielen.

Seine Anwesenheit in der Luft hat aber den Vortheil, daß wir mit jedem Athemzuge nur eine kleine Portion Sauerstoff aufnehmen, wodurch die Lebensthätigkeit in uns gemäßigt und geregelt wird. Denn da der Sauerstoff, den wir einathmen, eine Verbindung mit dem Kohlenstoff unseres Körpers eingeht, wodurch eine Art langsamer Verbrennung im Körper stattfindet, welche die Leibeswärme erzeugt, so läßt es sich leicht einsehen, daß das Athmen von viel Sauerstoff einen höheren Hitzegrad und eine größere Thätigkeit des Lebens hervorrufen müßte, als für die Erhaltung unseres Körpers gut ist. In der That haben Versuche gezeigt, daß Thiere und Menschen, die man nur reines Sauerstoffgas einathmen ließ, einen sehr beschleunigten Puls bekamen und von einer Eingenommenheit des Kopfes befallen wurden. — Der Stickstoff bewirkt also in der Luft eine Verdünnung des Sauerstoffs, die für den gesunden Athem nothwendig ist.

Wir haben es bereits gesagt, daß der Stickstoff in der Luft mit Sauerstoff gemischt ist; wir müssen dies jetzt besonders hervorheben, um den Irrthum zu meiden, diese Mischung als eine chemische Verbindung anzunehmen. Wir nehmen hierbei die Gelegenheit wahr, auf den wichtigen Unterschied einer chemischen Verbindung und einer bloßen Mischung aufmerksam zu machen.

Wenn man Milch in den Kaffee schüttet, so ist das nur eine Mischung, die man vorgenommen. Es verändert sich hierdurch weder die Natur der Milch noch die des Kaffees. Wenn man aber Wasser in Schwefelsäure schüttet, so ist dies schon eine chemische Verbindung, die man hervorbringt, denn die Natur des Wassers und die der Schwefelsäure werden hierdurch wesentlich verändert. Diese chemische Veränderung giebt sich schon in vielen Dingen kund. Vor Allem entsteht nach dem Hineinschütten des Wassers

in die Schwefelsäure ein hoher Grad von Hitze. Die zusammengegossenen Flüssigkeiten, von denen jede früher kalt war, werden so heiß, daß oft das Glasgefäß, worin sie sich befinden, entzweispringt, wie wenn man heißes Wasser plötzlich in ein kaltes Glas gießt. Das allein ist schon ein Zeichen, daß hier etwas andres vorgeht als eine bloße Mischung; es kommen aber noch andere Umstände dazu, die dies bestätigen.

Wenn man genau ein Quart Wasser und ein Quart Schwefelsäure zusammengießt, so sollte man glauben, daß sie beisammen zwei Quart Flüssigkeit ausmachen müßten, das ist aber nicht der Fall. Sie geben zusammengegossen **weniger** als zwei Quart. Es geht hieraus hervor, daß sie sich gegenseitig durchdringen, verdichten und etwas Neues bilden, was sie früher nicht gewesen sind. Und in der That ist dies der Fall. Die Natur der verdünnten Schwefelsäure ist anders als die Natur des Wassers und der unvermischten Schwefelsäure. Wir haben gesehen, daß die verdünnte Schwefelsäure Zink auflöst; das kann aber weder die reine Schwefelsäure noch das reine Wasser; nur ihre Mischung kann das, und dies ist Beweis genug, daß sie nach ihrem Zusammengießen etwas ganz anderes geworden sind.

Und das ist das Wesentliche der chemischen Verbindung, das sie von der bloßen Mischung unterscheidet.

Wenn wir nun sagen, daß die gewöhnliche Luft aus Stickstoff und Sauerstoff besteht, so verstehen wir nicht darunter, daß sie eine chemische Verbindung ausmacht, sondern daß sie nur eine bloße **Mischung** dieser beiden Luftarten ist. Wie ganz anders aber eine chemische Verbindung von Sauerstoff und Stickstoff ist, wie sich in einer solchen chemischen Verbindung etwas ganz Neues bildet,

das nicht die mindeste Aehnlichkeit mehr mit beiden Stoffen hat, das werden uns die Leser schon glauben, wenn wir ihnen sagen, daß diese Verbindung nichts anderes, als die scharfe brennende Salpetersäure ist.

Wir wollen jetzt über einige merkwürdige Stickstoff-Verbindungen ein Näheres mittheilen.

XXV. Merkwürdige Verbindungen des Stickstoffs.

Mit beiden Stoffen, die wir bereits kennen, mit dem Sauerstoff und dem Wasserstoff, geht der Stickstoff eine Verbindung ein, die in ihrer Art merkwürdig ist.

Stickstoff und Sauerstoff bilden, wie wir bereits erwähnt haben, die Salpetersäure, eine sehr scharfe, brennende Flüssigkeit. Stickstoff und Wasserstoff bilden das in anderer Weise eben so scharfe Ammoniak, dessen eindringlicher Geruch wohl Jedem bekannt ist.

Wie aber bringt man den Stickstoff, der so träge und gleichgültig ist, dazu, eine chemische Verbindung einzugehen?

Es geschieht auf eigenthümliche Weise, die einen tiefen Blick in die Natur der Chemie thun läßt.

Wir wissen, daß zwei Stoffe, die einmal chemisch verbunden sind, sich mit einer gewissen Kraft festhalten; wenn aber zu ihnen ein neuer Stoff gebracht wird, der eine kräftigere Neigung hat, sich mit einem der verbundenen Stoffe zu verbinden, so verläßt der bereits verbundene Stoff seine alte Verbindung und geht eine neue ein, wobei der zweite Stoff frei wird. Um dies deutlich zu machen, erinnern wir nochmals an das Kalium-Metall, das man in einen Teller mit Wasser wirft. Das Kalium-Metall hat größere Neigung zum Sauerstoff des Wassers, es reißt aus dem

Wasser den Sauerstoff an sich und dadurch wird der Wasserstoff des Wassers frei. —

Man kann sich hierbei die Vorstellung machen, als ob im Wasser eine Art Ehe zwischen dem Sauerstoff und dem Wasserstoff stattgefunden hätte; das Kalium aber ist der Friedensstörer, der dazu kommt und nicht nur diese Ehe trennt, sondern auch mit dem einen Gatten, dem Sauerstoff, eine neue Ehe eingeht, während der andere Gatte, der Wasserstoff, auf und davonziehen muß.

Man sollte nun glauben, daß dem Wasserstoff, dem die Ehe eben so schlecht bekommen ist, lange Zeit braucht, ehe er wieder Luft hat, eine zweite Verbindung, eine zweite Ehe einzugehen. Das ist aber nicht der Fall. Es findet gerade das Gegentheil statt. Läßt man dem Wasserstoff Zeit, so geht er durchaus nicht leicht eine neue Verbindung ein. Bietet man ihm aber im Augenblick, wo er erst frei wird, sogleich einen Stoff dar, mit dem er sich verbinden kann, so geht er diese neue Verbindung sehr begierig ein.

Hieraus kann man ein wichtiges chemisches Gesetz kennen lernen, das folgendermaßen lautet: Ein chemischer Stoff hat im Augenblick, wo er eben erst aus einer alten Verbindung verdrängt wird, die größte Lust, sich mit einem andern Stoff zu verbinden. Diese Lust ist gerade in diesem Augenblick so stark, daß er zugreift und die Verbindung eingeht, selbst wenn er sonst wenig Neigung zu solcher Verbindung hat.

Diese besondere Lust wendet man auch an, um den trägen Stickstoff zu neuen Verbindungen zu bringen. Das heißt, man lauert ihm auf und bietet ihm gerade in demjenigen Augenblick eine neue Ehe an, wo er eben erst aus der alten Ehe vertrieben worden ist; und der träge verbindungs-unlustige Stickstoff geht in die Falle und verbindet sich mit einem neuen Stoff.

Dieser Umstand ist so wichtig, daß man ihm einzig und allein es zu verdanken hat, daß sowohl das so wichtige Ammoniak, wie die in der Fabrikation so werthvolle Salpetersäure so billig zu haben sind. Sowohl bei der Herstellung des Ammoniaks, wie bei der Herstellung der Salpetersäure benutzt man den Moment, wo der Stickstoff eben frei wird. Man bringt ihm eben erst freigewordenen Wasserstoff zu, um ihn sofort zu einer Verbindung zu zwingen, die Ammoniak bildet, und ebenso bringt man dem eben erst freigewordenen Stickstoff einen Theil Sauerstoff zu, um im günstigen Augenblick Salpetersäure bilden zu lassen.

Man wird es nun erklärlich finden, wenn die gewöhnliche Luft, welche die Bestandtheile der so gefährlichen Salpetersäure enthält, nicht diesen Stoff bildet. In unserer Luft sind Stickstoff und Sauerstoff nur gemischt neben einander und der träge Stickstoff verhütet, daß eine chemische Verbindung der Stoffe stattfindet. Wäre dies nicht der Fall, so würde das Leben in der Luft unmöglich sein. Die Erde wäre auch dann nicht von einer Hülle der Luft, sondern von einem Meer Salpetersäure umgeben.

Gleichwohl hat man die Entdeckung gemacht, daß man unter Umständen die gewöhnliche Luft in Salpetersäure umwandeln kann.

Wenn man nämlich eine krummgebogene Glasröhre wie ein umgekehrtes lateinisches U aufstellt, so daß es etwa diese Form hat (Ω), und die beiden geraden Stücke dieser Röhre derart mit Quecksilber füllt, daß sie oben in dem Bogen durch eine Schicht Luft getrennt sind, so braucht man nur einen elektrischen Funken aus einer Elektrisirmaschine von der einen Quecksilbersäule in die andere überschlagen zu lassen, um einen Theil der zwischen ihnen befindlichen Luft in wirkliche Salpetersäure zu verwandeln.

Durch diesen höchst interessanten, aber noch nicht genügend erklärten Versuch sieht man wieder, wie innig die elektrische und die chemische Kraft mit einander verwandt sind, und wie richtig und wichtig die Vermuthung ist, daß beide Naturkräfte einer und derselben Quelle entspringen.

XXVI. Was ist Kohlenstoff?

Wir haben bis jetzt drei der wichtigsten chemischen Stoffe kennen gelernt, den Sauerstoff, den Wasserstoff und den Stickstoff. Wir wollen jetzt noch einen vierten näher betrachten, denn diese vier sind die Hauptstoffe der lebendigen Welt, während alle übrigen nur verhältnißmäßig eine geringere Rolle dagegen spielen.

Der vierte chemische Grundstoff heißt: Kohlenstoff.

Während die drei ersten Stoffe zwar allenthalben verbreitet, aber nirgend in der Natur rein, d. h. unvermischt und unverbunden mit andern Stoffen gefunden werden, findet sich der Kohlenstoff schon in der Natur rein vor.

Die ersten drei Stoffe sind im unverbundenen Zustande bloße Luftarten, und durch keine Kunst oder Naturkraft ist es gelungen, eine dieser Luftarten so zusammenzupressen, daß sie zur Flüssigkeit oder gar zu einem festen Körper werde. Bei dem vierten Stoff ist das grade Gegentheil der Fall. Den Kohlenstoff kann man unvermischt weder in eine Flüssigkeit noch gar in eine Luftart verwandeln. Er ist der feste Stoff, und für den jetzigen Stand der Wissenschaft gewissermaßen der feste Bau der Dinge, oder, um es bildlich auszudrücken, das Gerüst der lebendigen Welt.

Wir wollen uns deutlicher hierüber erklären.

Es giebt viele Gasarten, die sich, wenn man sie zu-

sammenpreßt oder durch Kälte zusammenpressen läßt, in Flüssigkeiten verwandeln. Beispielsweise ist dies mit Chlor der Fall. Chlor ist ein gasförmiger Grundstoff von grünlich gelber Farbe. Es ist, wie wir bereits erwähnt haben, der eine Grundstoff unseres gewöhnlichen Kochsalzes. Wenn man Chlorgas so zusammenpreßt, daß es nur den fünften Theil des Raumes einnimmt, so verwandelt sich das Gas in eine Flüssigkeit, die wie grüngelbes Wasser aussieht. — Merkwürdig ist es bei dieser Flüssigkeit, daß man sie nicht wie viele andere Flüssigkeiten gefrieren lassen und so in einen festen Körper, in Chlor-Eis, verwandeln kann. Sie bleibt in der höchsten Kälte immer eine Flüssigkeit, ja, so wie man mit der Pressung nachläßt, verwandelt sich diese Chlorflüssigkeit wieder in Gas.

Man sieht, es ist ein gewisser Eigensinn in der Natur der Stoffe, und dieser Eigensinn ist beim Sauer-, Wasser- und Stickstoff insofern noch größer, als diese Luftarten durch keine Gewalt, weder der Pressung noch der Kälte, in Flüssigkeiten umgewandelt werden können.

Bei andern Stoffen ist dies wieder nicht der Fall. Es giebt viele feste Stoffe, wie Schwefel, Blei, Zinn, Eisen, Kupfer, Silber, Gold u. s. w., die in der gewöhnlichen Wärme fest sind. Durch Hitze kann man sie in Flüssigkeiten verwandeln, d. h. man kann sie schmelzen. Erhitzt man sie noch weiter, so verwandeln sie sich in eine Luftform oder sie werden zu Dampf.

Anders aber ist es mit dem Kohlenstoff. Er ist und bleibt eben so eigensinnig fest, wie die drei ersten Stoffe eigensinnig gasförmig sind und bleiben.

Wir werden später sehen, daß die ganze lebende Welt, die Welt der Pflanzen und der Thiere, aus diesen vier Stoffen, aus Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff, zusammengesetzt sind, aus diesen eigensinnigen

Stoffen, die all' unserer Kunst, sie aus ihrer ursprünglichen Gestalt zu verwandeln, so viel Widerstand leisten, und wir wollen es nur jetzt sagen, daß dieser Umstand sicher nicht bedeutungslos ist, wenn man bedenkt, daß die menschliche Kunst, die Chemie, die in der todten Natur so wundervolle Resultate erlangt hat, gerade in der lebenden Natur nichts aus den Urstoffen herstellen kann. Die Chemie kann alles Leblose, das die Natur schafft, künstlich nachmachen, wenn sie dazu die Urstoffe erhält. Dahingegen vermag die Chemie auch nicht die kleinste Pflanze oder das geringste Thierchen zu machen, selbst wenn man dem Chemiker die Stoffe, aus denen sie bestehen, in Hülle und Fülle darbietet. — Ja, diese Stoffe sind so eigensinnig, daß sie gar nicht von Menschenkunst aus ihrer ursprünglichen Gestalt herauszubringen sind. — Es ist — sagen wir — sicherlich nicht ohne Bedeutung, daß die Natur gerade diese eigensinnigsten Stoffe zu den Bausteinen der lebenden Welt gemacht hat! —

Doch, wir müssen zu unserm Thema zurück, und wollen vor Allem einmal den Kohlenstoff selber näher kennen lernen.

Kohlenstoff ist die bekannte Kohle, die Holzkohle, die Knochenkohle, die Braunkohle, die Steinkohle, der Lampenruß, der Ruß im Schornstein; all' dies ist in seinen Haupttheilen Kohlenstoff, der mehr oder weniger mit einigen fremden Stoffen gemischt ist. Schon hieraus kann man sehen, daß der Kohlenstoff eigentlich aus der Pflanzen- und Thierwelt entnommen ist. Vielleicht giebt es überhaupt keinen Kohlenstoff, der nicht ehedem der Pflanzen- oder Thierwelt angehört hat; die Braunkohle und Steinkohle sind in der That nichts, als der Ueberrest vorweltlicher Pflanzen.

Indessen giebt es in der Natur zwei Sorten reinen

Kohlenstoffs, der gar nicht so aussieht, als ob er jemals aus der lebenden Welt entnommen wäre, und dies ist der Graphit und der Diamant.

Beide Stoffe kennt wohl Jedermann, wenn sie auch nicht Jedermann besitzt. Der Graphit ist das Schwarze in den Bleifedern, das wie Metall aussieht und von Vielen als eine Art Blei angesehen wird. Der Diamant ist der Schmuck des glanzsüchtigen Reichthums, dessen Besitzer oft nicht ahnen, daß sie mit Stolz ein Ding als Zierde tragen, dessen Natur durchaus nicht verschieden ist von dem Ruß, den der Schornsteinfeger an sich trägt.

Wir wollen im nächsten Abschnitt den Kohlenstoff noch etwas näher kennen lernen.

XXVII. Kohle und Diamant.

Man kann so recht am Kohlenstoff sehen, wie zwei Dinge, die ihrem Stoffe nach ganz gleich sind, dennoch in Gestalt, in Farbe, Eigenschaft und Gewicht ganz und gar von einander abweichen.

In Wahrheit ist der glänzende Diamant nichts als Kohlenstoff. Er ist seinem wirklichen Stoffe nach gar nichts anders, als wie die Holzkohle, die Braunkohle, die Steinkohle und der Graphit ist, und gleichwohl sieht der Diamant nicht nur anders aus als diese Kohlenstoff-Arten, sondern er ist auch mit andern Eigenschaften begabt, die ihm seinen Werth verleihen. Er ist der härteste Körper, den man besitzt; mit einer Kante des Diamants kann man bekanntlich Glas schneiden. Er hat die Eigenschaft, Lichtstrahlen, die er aufgenommen, nicht sofort wieder zu verlieren, wenn er in's Dunkle gebracht wird; er leuchtet vielmehr noch einige Zeit nach. Endlich hat der Diamant die

Eigenschaft, die Lichtstrahlen stärker als alle durchsichtigen Körper zu brechen, eine Eigenschaft, die ihm bedeutenden Werth verleiht; denn wenn einmal — was bisher noch nicht geschehen ist — irgend ein wahrer Fürst oder einsichtsvoller Millionär, statt einen Diamanten als blinkenden Schmuck zu tragen, ihn lieber hergeben würde, um aus demselben eine Linse für ein Mikroskop zu schleifen, so würde die Wissenschaft dadurch einen ungemein großen Gewinn haben, indem die stärkere Brechung des Lichts, die der Diamant hervorbringt, ungleich stärkere Mikroskope möglich macht. —

Und doch ist der Diamant nur Kohlenstoff, und seinem Stoffe nach nicht um das Geringste anders, als ein Stück Kohle!

Durch welches Ereigniß vermag sich aber die Kohle so merkwürdig zu verwandeln? — Hierauf giebt die Wissenschaft folgende Antwort.

Durch künstliches Feuer sind wir im Stande, alle Körper zu schmelzen. Selbst Kalk, der bisher als unschmelzbar erschien, schmilzt wie Wachs in der großen Hitze des Knallgas-Gebläses. Nur mit der Kohle ist dies nicht der Fall. Sie ist bisher noch nicht zum Zerschmelzen gebracht worden. — Desgleichen ist man im Stande, die meisten Körper in künstlich bereiteten Flüssigkeiten aufzulösen. So z. B. löst sich Platina oder Gold in Königswasser auf, Silber und Kupfer löst sich in Salpetersäure auf, andre Metalle in verdünnter Schwefelsäure; d. h. ein Stück Gold, Platina, Silber oder Kupfer zergeht ganz und gar, wenn man es in eine geeignete Flüssigkeit hineinwirft, ähnlich wie Salz oder Zucker, das man in Wasser wirft. — Nur die Kohle will in gar keiner Flüssigkeit zerfließen. Sie löst sich durchaus nicht auf, mag man sie in noch so scharfe Flüssigkeiten hineinbringen. — Wäre man im Stande,

Kohle zu schmelzen oder auch nur in einer Flüssigkeit aufzulösen, so wären wir im Stande, aus jeder Holzkohle Diamanten in Hülle und Fülle zu machen. Man brauchte eben nur die durch Hitze flüssig gewordenen Kohlen langsam abkühlen zu lassen, so würde sie zu einem Kohlenkrystall werden, und das eben ist ein Diamant; desgleichen könnte man die in einer Flüssigkeit aufgelöste Kohle durch geeignetes Verfahren herauskrystallisiren und daraus Diamanten in beliebiger Zahl und Größe gewinnen. Der Unterschied zwischen einer gewöhnlichen Kohle und einem Diamanten besteht nur darin, daß die Kohle unkrystallisirter, der Diamant krystallisirter Kohlenstoff ist.

Die Möglichkeit ist vorhanden, daß die Wissenschaft es dahin bringt, Kohlen zu schmelzen oder aufzulösen, und dann werden alle Diamanten ihren Werth verlieren; für jetzt jedoch ist es noch nicht der Fall, und die Diamanten, die man in der Erde findet, sind nur dadurch entstanden, daß entweder eine unbekannte Flüssigkeit im Innern der Erde Kohlenstoff aufgelöst hat, oder, was wahrscheinlicher ist, daß die große Hitze, die tief im Innern der Erde herrscht, Kohlenstoff zum Schmelzen bringt, so daß daraus bei späterer langsamer Abkühlung Krystalle entstehen, von denen einzelne durch Erdbeben oder durch Ströme, die aus dem Innern der Erde hervorstürzen, der Oberfläche der Erde nahe gebracht werden*).

Genug, wenn wir wissen, daß der Diamant wissenschaftlich nur durch einige seiner Eigenschaften einen Werth erhält, dem Wesen nach aber für den Chemiker nur ein Stück krystallisirte Kohle ist.

---

*) In Paris ist es, den neuesten Zeitungsberichten nach, gelungen, durch die Hitze elektrischer Ströme Kohle in Diamanten-Staub zu verwandeln. Nähere Angaben hierüber fehlen indessen noch.

Nachdem wir so den Kohlenstoff in seiner ursprünglichen Gestalt kennen gelernt haben, wollen wir einmal sein wunderliches Wesen betrachten, das er durch chemische Verbindungen annimmt, und die wichtige Rolle kennen lernen, die er in der Welt spielt.

XXVIII. Sonderbare Eigenschaften des Kohlenstoffs.

So eigensinnig der Kohlenstoff ist, wenn man ihn allein behandeln will, so gefügig ist er, wenn man ihm andere Stoffe darbietet, mit welchen er sich verbinden kann. Ja, die eigentliche Holzkohle, die wir täglich auf dem Heerd und im Ofen sehen, hat noch eine besondere Eigenschaft, die ihr großen Werth verleiht und der Grund interessanter chemischer Erscheinungen ist. — Diese Eigenschaft ist die Kraft, die die Holzkohle besitzt, Luftarten in sich einzusaugen und in sich zu verdichten.

Schon jede gewöhnliche Kohle, die in gewöhnlicher Luft liegt, saugt sich voll von dieser, und zwar in so hohem Grade, daß sie an fünfundzwanzig Mal so viel Luft einsaugt, als sie groß ist, d. h. ein Kubikzoll Kohle kann an fünfundzwanzig Kubikzoll Luft in sich aufnehmen. Die Luft, die in den kleinen Zwischenräumen der Kohle steckt, ist demnach fünfundzwanzig Mal dichter zusammengedrängt, als die gewöhnliche Luft. Es giebt aber Luftarten, die sie noch begieriger aufsaugt. Vom Ammoniakgas kann ein Stückchen Kohle neunzig Mal soviel in sich einsaugen, als das Stückchen Kohle groß ist.

Man kann sich nun denken, daß die Kohle ein sehr leichtes Mittel ist, gewisse Gase aus andern Stoffen zu entfernen. Daher ist es sehr wichtig, fauliges oder mit fremden Gasen gemischtes Wasser durch Kohlen zu filtri-

ren, und deshalb werden auch die Fässer, in welchen man das Trinkwasser für Seereisende aufbewahrt, inwendig schwach verkohlt. Wahrscheinlich ist die Eigenschaft des Kreosots, durch welches alle Arten Räucherfleisch vor Fäulniß gewahrt werden, und welches sich eben durch den Rauch in Schornsteinen bildet, nahe verwandt mit der Eigenschaft der Kohle, die faulenden Luftarten in sich aufzunehmen.

Dieselbe Eigenschaft der Kohle ist es, die sie zum Entfärben und Reinigen vieler Stoffe so wichtig macht. Durch Filtriren durch frische Kohle wird Rothwein farblos, durch dasselbe Mittel bleicht man in Zuckersiedereien den braunen Syrup, kann man dem ordinären Branntwein den fuseligen Geschmack benehmen, und bairisch Bier verliert seinen bittern Hopfengeschmack, wenn es durch ein Tuch gegossen wird, worin sich Kohlen befinden. Daher ist auch gepulverte Kohle in Krankenzimmern vortheilhaft, da sie die schlechten Dünste in sich auffaugt.

Zuweilen bringt die Auffaugungskraft der Kohle chemische Wirkungen hervor, die außerordentlich sind. In Pulverfabriken ist schon oft großes Unglück entstanden durch das Aufhäufen von Kohlenstoff, der in irgend einer Weise Wasserstoff und den Sauerstoff der Luft in sich aufgesaugt hatte und durch die Verdichtung der Luftarten die chemische Verbindung, also auch die Entzündung derselben erzeugte. Einen interessanten Versuch noch kann man anstellen, wenn man eine Kohle, die lange Zeit in einem Raum gelegen hat, wo Schwefel-Wasserstoffgas enthalten war, nunmehr unter eine Glasglocke legt, die mit Sauerstoff gefüllt ist. Die Kohle nämlich, die schon viel vom ersteren Gas in sich hat, saugt nun noch Sauerstoff in sich ein und bringt dadurch die beiden Gase so dicht an einander, daß sie sich chemisch verbinden und dadurch merkwürdige chemische Erscheinungen hervorbringen. Die Kohle

fängt an sich zu erhitzen, indem sich der Wasserstoff entzündet und im Sauerstoff verbrennt. Dabei entsteht als Produkt dieser Verbrennung Wasser, und Schwefel scheidet sich aus. Aber auch dieser Versuch ist mit Gefahr verknüpft, denn es geschieht zuweilen, daß sich Wasserstoff und Sauerstoff zuerst mischen und dann sich erst als Knallgas entzünden, wodurch eine heftige Explosion entsteht.

Aus all' dem nehmen wir wahr, wie die Kohle schon in ihrer Beschaffenheit Eigenschaften besitzt, durch welche sie mit einer großen Begierde fremde Gase in sich ansammelt und chemische Prozesse vermittelt. Bringt man aber gar die Kohle selber mit in den chemischen Prozeß, so wird dieser Stoff, der sonst so ungefügig ist, im höchsten Grade geschmeidig und willig und läßt sich in Verbindung mit andern Stoffen sowohl in eine Luftart wie in eine Flüssigkeit und in einen festen Körper wieder verwandeln. Freilich hört er dann auch auf, Kohle zu sein, und ist nur eine kohlenstoffhaltige Verbindung; aber immerhin steckt doch die Kohle, die sich zu gar keiner Verwandlung bequemen wollte, drin.

Wir wollen nun in der Folge zeigen, wie Jedermann schon viele tausend Mal im Leben die Kohle in eine Luftart verwandelt hat; wie man Kohle, wirkliche Kohle, theils trinkt, theils ißt; ja, wie der Mensch selber, von dem man bildlich sagt, er sei aus Erde geschaffen, eigentlich aus den drei bisher aufgeführten Luftarten besteht, die sich mit einer Portion Kohlenstoff chemisch verbunden haben.

XXIX. Einige Versuche mit Kohlensäure.

Wir haben gleich bei dem ersten Versuch mit dem Sauerstoff gesehen, daß Kohle in einem Gefäß mit Sauer-

stoff hell leuchtend brennt, und daß daraus eine Luftart entsteht, die eine Verbindung von Kohle und Sauerstoff ist und darum Kohlensäure genannt wird.

Wir sehen also schon hier, daß aus Kohle in Verbindung mit Sauerstoff eine **Luftart** wird.

Man darf sich das ja nicht so denken, als ob etwa die Kohle durch diesen Vorgang nur fein zertheilt wird in eine Art feinen Pulvers, und daß sie als solches im Sauerstoff herumschwimmt, sondern es ist wirklich in der Kohlensäure nicht eine Spur mehr von Sauerstoff noch von Kohle, sie sind beide vielmehr zu einem **neuen** Körper geworden, der gar keine Aehnlichkeit mehr mit den beiden ursprünglichen Stoffen hat.

Die Kohlensäure ist eine farblose Luftart, die man mit dem Auge nicht von gewöhnlicher Luft unterscheiden kann. Wenn man eine Flasche voll Kohlensäure besitzt, so kann man durch den Anblick nicht merken, daß man hier etwas besonderes vor sich hat. Die Flasche sieht aus, als ob sie mit gewöhnlicher Luft gefüllt wäre. Allein durch Versuche wird man sogleich merken, daß dies Kohlensäure ist. — Hält man z. B. einen brennenden Holzspahn hinein, so verlischt er sofort, zum Beweise, daß dies keine gewöhnliche Luft, und am allerwenigsten Sauerstoff ist. Nun könnte es immer noch Wasserstoff sein; aber man lasse die Kohlensäure ausströmen und versuche sie anzuzünden, so wird man merken, daß dies auch nicht Wasserstoff ist, denn dieser brennt ja, wenn er an der Luft angezündet wird. Freilich könnte dies noch Stickstoffgas sein, das gleichfalls weder selbst brennt, noch andere Körper brennen läßt, die in dasselbe hineingebracht werden. Allein ein zweiter Versuch wird bald das Eigenthümliche der Kohlensäure zeigen.

Man braucht nur ein wenig klares Kalkwasser, das

man in Apotheken billig bekommen kann, in die Flasche zu schütten und sofort wird man bemerken, daß das Wasser trübe wird. Dies wird nicht der Fall sein, wenn in der Flasche Stickstoff ist.

Was aber geht mit der Kohlensäure und dem Kalkwasser vor?

Um sich das klar zu machen, muß man wissen, was denn eigentlich Kalk ist. Kalk ist ein eigenthümliches Metall, das Calcium heißt, welches sich mit Sauerstoff verbunden hat.

Das Metall Calcium ist silberweiß und weich. Läßt man es an der Luft liegen, so zieht es den Sauerstoff der Luft an sich und wird hart, kreideartig, mit einem Wort, es wird Kalk daraus. Es läßt sich denken, daß man das Calcium-Metall nirgend rein in der Natur vorfindet, denn da allenthalben Luft ist, die Sauerstoff enthält, so verwandelt sich das Calcium immer in Kalk; man hat daher das Calcium erst künstlich aus Kalk herstellen müssen, und dies ist erst in diesem Jahrhundert gelungen, das überhaupt reich ist an chemischen Entdeckungen. — Genug, wir wissen, daß Kalk ein Metall ist, verbunden mit Sauerstoff. Wissenschaftlich nennt man den Kalk auch Calcium-Oxyd.

Der Kalk hat nun die Neigung, sich mit Kohlensäure zu verbinden, und wenn dies der Fall ist, wird aus dem Kalk ein neuer Stoff, der kohlensaure Kalk-Erde heißt, oder im gewöhnlichen Leben Kreide genannt wird.

Ein Stückchen Kreide also ist ein Ding, das wunderbar genug zusammengesetzt ist, obgleich man es ihm gar nicht ansehen kann. Es besteht erstens aus einem Metall, Calcium, das sich mit Sauerstoff verbunden hat, sodann besteht es aus Kohle, die sich gleichfalls mit Sauerstoff verbunden hat. In der Kreide also steckt ein Stück Metall, ein Stück Kohle und eine ganze Masse Luft! — Wer

in aller Welt würde darauf kommen, daß aus einem silberblanken Metall, aus einer schwarzen Kohle und einer Flasche voll Luft ein Ding, wie die weiße Kreide, entstehen würde? Und doch ist es so, und man kann vor den Augen eines jeden Zweiflers die Kreide aus diesen Grundstoffen fabriciren. Ja, ohne einen dieser Stoffe würde nun und nimmermehr ein Stückchen Kreide in der Welt existiren. Ohne schwarze Kohle würde niemals weiße Kreide vorhanden sein!!

Jetzt wird es Jedem klar werden, was denn eigentlich aus dem Kalkwasser, das man in die Flasche mit Kohlensäure gegossen, geworden ist. Es ist aus dem klaren Kalkwasser weißlich-trübes Kreidewasser geworden.

Und nun wollen wir jedem Leser, der sich dafür interessirt, zu einem Versuch rathen, der eben so einfach wie interessant ist. Man schütte ein Bierglas halb voll mit völlig klarem Kalkwasser; nun stecke man in das Wasser ein Glasröhrchen hinein und blase langsam in dasselbe, so daß das Wasser recht herumsprudelt. Man wird bald bemerken, daß das Wasser weißlich-trübe wird. — Woher kommt das? Daher, daß die Luft, die wir hineinblasen, aus unsern Lungen kommt, woselbst sie Kohlensäure geworden, die wir ausathmen müssen. Die Kohlensäure unseres Athems ist in's Wasser gekommen und hat aus dem Kalkwasser Kreidewasser gemacht.

XXX. Kleine Versuche und große Folgerungen.

Wir haben gesehen, daß wir mit dem Athmen unseres Mundes aus Kalk Kreide machen können.

Wie interessant dies auch für den Unkundigen sein mag, so ahnt er doch schwerlich, von welcher Bedeutung

diese Thatsache für die Bildung großer Schichten unserer Erde ist.

Es befinden sich auf der Erde ganze Gebirge von Kreide und große Strecken von Kalklagern. Die neueren Untersuchungen haben gelehrt, daß sowohl die Kreide wie der Kalk nichts andres ist, als die Schalen unendlich kleiner Thiere, die dereinst gelebt, ähnlich wie unsere Schnekken, die in einem Kalkgehäuse leben. Vor vielen, vielen Jahrtausenden, ehe noch ein Menschengeschlecht oder das Thiergeschlecht, das jetzt auf ihr wandelt, die Erde bevölkert hatte, war sie von solchen Schal-Thierchen bewohnt, von denen nunmehr nichts übrig geblieben ist, als ihre Kalkrinde. — Zugleich aber lehrt uns die neuere Naturforschung, daß in jenen Zeiten, die man die „vorweltlichen" nennt, Gewächse ganz eigner Art existirt haben, die an Form und Wesen unsern Gräsern ähnlich, aber an Größe unsern Palmenwäldern gleichkamen. Ja, die Pflanzenwelt war so üppig, daß man annehmen muß, sie habe außerordentlich reichhaltige Nahrung bereit gefunden, und zum Schluß berechtigt ist, daß die Luft so viele Kohlensäure — ein Haupt-Lebensstoff der Pflanzen — enthalten habe, daß Menschen und Thiere jetziger Art damals nicht hätten auf der Erde athmen und leben können.

Wo blieb nun diese Kohlensäure der Luft? Was hat die Luft von jenem gefährlichen, der Gesundheit und dem Leben der Menschen schädlichen Gas gereinigt? Ohne Zweifel haben dies zum großen Theil die Kalkschalen der todten Thierchen gethan, die sich mit Kohlensäure verbunden haben und nun als große Kreidegebirge vor uns liegen.

Wer denkt wohl daran, daß auch die Kreide im Dasein der Menschen auf der Erde eine Rolle spielt! — —

Doch wir wollen uns nicht von unserm eigentlichen Thema entfernen und uns nicht in die Dunkel vergangener

Jahrtausende verlieren, sondern wollen zurück zur Kohlensäure oder zum Kohlenstoff, der sich durch Verbrennung mit dem Sauerstoff verbindet. Denn die Wunder der Gegenwart sind nicht minder zahlreich, als die der Vergangenheit.

Wir haben es bereits erwähnt, daß die Menschheit eine unendliche Masse Kohlensäure fabricirt.

Mit jedem Athemzug nehmen wir Sauerstoff in unsere Lungen ein, mit jedem Ausathmen senden wir Kohlensäure in die Luft hinaus. Nicht minder sendet jeder Ofen, jeder Heerd, auf dem Holz, Torf, Kohlen, Steinkohlen oder sonst ein Brennmaterial verbrannt wird, einen Strom von Kohlensäure in die Luft, einen Strom dieses Gases, zu dem eben eine unendlich große Masse von Sauerstoff verbraucht worden ist.

Woher aber kommt es, daß die Luft durch all' dies nicht verdorben wird? Woher entsteht immer der neue Sauerstoff, der den vernutzten ersetzt, und wo kommt die Kohlensäure hin, die die Luft unathembar macht?

Die Antwort hierauf giebt gleichfalls erst die neuere Naturforschung, und sie zeigt uns eine Weisheit der Natur-Einrichtungen, gegen welche die Menschenweisheit verschwindet.

Die Kohlensäure, obgleich sie schwerer ist als gewöhnliche Luft und eigentlich zu Boden sinken sollte, wird durch die stete Bewegung der Luft, wie von einer eignen Kraft, mit der Luft gemischt, und die Luft, wenn sie an Stellen vorüberstreicht, die Stoffe enthalten, welche Neigung haben, sich chemisch mit Kohlensäure zu verbinden, giebt diesen die Kohlensäure ab und reinigt sich in solcher Weise von dem gefährlichen Stoffe. Namentlich aber sind es die Pflanzen, die mit großer Begierde den Kohlenstoff aus der Luft einsaugen, denn die Pflanzen, die Bäume, die so viel

Kohlen liefern, erhalten allen ihren Kohlenstoff nicht aus der Erde, sondern aus der Luft, in welcher die Kohlensäure schwebt.

Aber auch der Regen ist der Bote, der die Kohlensäure einfängt. Das Wasser hat eine Neigung, geringe Portionen Kohlensäure in sich aufzunehmen. Mit dem Regen strömt die Kohlensäure nieder in die Erde und tränkt damit die Wurzeln der Pflanzen, und die Pflanzen, die die Kohle aus der Kohlensäure verbrauchen, hauchen wiederum den Sauerstoff aus, so daß nicht ein einziges Atom verloren geht und die Luft wieder jenen Stoff bekommt, der dem Leben des Thieres und der Menschen so nothwendig ist.

Was der Mensch ausathmet, die Kohlensäure, gelangt so zur Pflanze und wird von dieser eingeathmet. Dafür athmet die Pflanze den Sauerstoff wieder aus und fabricirt in ununterbrochener Thätigkeit wieder die Luftart, die der Mensch zum Einathmen braucht.

So leben die Thiere und Menschen nicht nur von den Pflanzen, sondern die Pflanzen leben wiederum von Thieren und Menschen und so bildet sich eine Kette von Leben, in der ein Stoff fortwährend circulirt, der Stoff, den wir eben beobachten, der Kohlenstoff.

XXXI. Wie wir Kohlenstoff essen und trinken und wie sich in der lebenden Natur die Stoffe verbinden.

Der Kohlenstoff spielt in unsern Speisen und Getränken eine Hauptrolle.

Da wir Sauerstoff einathmen und dafür Kohlenstoff in Verbindung mit Sauerstoff ausathmen, so ist es wohl Jedem klar, daß wir in jedem Augenblick Kohlenstoff aus

unserm Körper verlieren. Woher aber nehmen wir diesen? Womit ersetzen wir unsern fortwährenden Verlust? Durch nichts als durch Essen und Trinken, durch nichts als durch den Kohlenstoff, der in allen Speisen und Getränken vorhanden ist.

Und hier eben ist es, wo wir auf die Wichtigkeit der vier Stoffe kommen, die wir bereits erwähnt haben.

Sauerstoff und Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff sind die Grundelemente der lebendigen Welt. Wenn man Pflanzen oder Thiere oder den menschlichen Leib auf chemischem Wege in die Grund-Bestandtheile zerlegt, so findet man, daß diese vier Stoffe die Hauptmasse derselben ausmachen, wohingegen die übrigen Grundstoffe, deren es einige sechszig giebt, eine untergeordnete Rolle spielen.

Aber nicht nur sind diese vier Stoffe in dieser Beziehung ausgezeichnet, sondern sie zeigen auch noch eine eigenthümliche Eigenschaft in der lebendigen Natur, die höchst interessant und wunderbar ist.

Betrachtet man nämlich die sogenannte todte Welt gegenüber der lebenden, die Welt der Erdarten und Gesteine gegen die Welt der Pflanzen, der Thiere und Menschen, so stellt sich in chemischer Beziehung ein so gewaltiger Unterschied zwischen ihnen dar, daß man wohl sagen kann, sie seien in ihrem innersten Wesen ganz von einander verschieden.

In der ganzen todten Natur finden die chemischen Verbindungen der Stoffe immer paarweise statt; in der lebenden Natur sind sie niemals paarweise, sondern mindestens dreifach vorhanden.

Wir wollen dieses Gesetz deutlicher zu machen suchen.

Wir haben bereits gesehen, daß je zwei chemische Grundstoffe eine gewisse Neigung haben, sich mit einander zu verbinden. Haben sie sich aber verbunden, so kann man

es nicht dahin bringen, daß sie einen dritten Stoff chemisch aufnehmen. — Wir haben schon einmal scherzweise die chemische Verbindung eine Ehe zwischen zwei Stoffen genannt; wenn wir diese Vergleichung beibehalten, so können wir sagen: die chemische Ehe findet nirgends in der todten Natur zwischen drei Stoffen, sondern, wie in der wirklichen Ehe, immer nur zwischen zweien statt.

Wir wissen z. B., daß aus Sauerstoff und Wasserstoff Wasser entsteht. Durch keine Kunst in der Welt können wir aber einen dritten einfachen Stoff dazu bringen, sich mit diesen zwei Stoffen zu verbinden. Bringen wir einen dritten Stoff dazu, z. B. Schwefel, so bleibt er unverbunden, der Schwefel bleibt Schwefel und das Wasser bleibt Wasser; oder bringen wir einen solchen Stoff hinzu, wie z. B. das Kalium-Metall, das große Neigung hat, sich mit dem Sauerstoff des Wassers zu verbinden, so verbindet er sich zwar mit dem Sauerstoff, aber er verdrängt dafür den Wasserstoff. Die alte Ehe zwischen Wasserstoff und Sauerstoff wird zwar aufgelöst, aber es bildet sich nicht eine Ehe zwischen dreien, sondern es kommt eine neue Ehe wiederum nur zwischen zweien zu Stande; der dritte Stoff muß weichen.

Erst wenn man den dritten Stoff mit einem vierten verbunden hat, also ein neues Ehepaar vorhanden ist, erst dann kann man die beiden Paare mit einander chemisch verbinden. Wenn man z. B. Schwefel mit Sauerstoff verbunden, d. h. Schwefelsäure hergestellt, also ein neues Ehepaar geschaffen hat, dann kann man das neue Ehepaar, die Schwefelsäure, mit dem alten Ehepaar, Wasser, chemisch verbinden und schwefelsaures Wasser oder, was dasselbe, verdünnte Schwefelsäure herstellen. Obgleich nun in solchem Wasser eigentlich nur drei Stoffe vorhanden sind, Wasserstoff, Sauerstoff und Schwefel, so darf man sich

doch nicht einbilden, daß dies eine chemische Verbindung dreier Stoffe ist, sondern der Schwefel mußte erst seine eigne Portion Sauerstoff bekommen, um Schwefelsäure zu werden, und ebenso der Wasserstoff seine eigne Portion Sauerstoff, um Wasser zu bilden, und erst als diese zwei Ehen zu Stande gekommen waren, konnte man die Paare mit einander verbinden.

Aehnlich ist es in der ganzen unbelebten Welt; alle Steine, alle Salze, alle Flüssigkeiten, alle Metallverbindungen, mit einem Worte, alle Dinge, die nicht Pflanzen, Thier oder Mensch sind, sind chemisch entweder einfache Stoffe, wie z. B. Gold, Silber, Zinn u. s. w., oder sie bestehen aus zwei Stoffen, wie z. B. Kochsalz, Wasser, Kalk u. s. w., oder sie sind aus der Verbindung zweier Paare hervorgegangen.

Nur in der Pflanzen- und Thierwelt ist dies nicht der Fall. Es giebt keinen Pflanzenstoff, keinen Thierstoff, der nicht mindestens drei Grundstoffe in sich hat. Ja, wenn ein solcher Pflanzen- und Thierstoff aus vier Grundstoffen besteht, so ist er nicht etwa nach vorhergegangener Paarung von zwei und zwei Stoffen entstanden, sondern er ist ursprünglich in uns unerklärlicher Weise aus einer einzigen Verbindung all' seiner Stoffe gebildet worden.

Dies ist der große chemische Unterschied zwischen der todten und belebten Natur, den wir nunmehr noch weiter kennen lernen wollen.

XXXII. Unterschiede der chemischen Verbindungen in der lebenden und in der todten Natur.

Haben wir nunmehr gesehen, daß sich die todte Natur von der lebendigen in chemischer Beziehung darin un-

terscheidet, daß in der todten Natur nur immer zwei Stoffe sich zu einem neuen Körper chemisch verbinden, während in der lebendigen Natur mindestens drei Stoffe zu einem Körper gehören, so lehrt die Chemie noch einen weiteren Unterschied kennen, der noch von größerer Bedeutung ist.

Der Unterschied ist folgender:

In der todten Natur verbinden sich zwei chemische Grundstoffe immer nur in ganz genau bestimmten Mengen; in der lebenden Natur aber in höchst verschiedenen Mengen.

Wir wollen durch Beispiele deutlich zu machen suchen, was wir hiermit meinen.

Wie wir wissen, besteht Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff. Die genauesten Versuche haben gezeigt, daß zwei Maß Wasserstoffgas und ein Maß Sauerstoffgas eine gewisse Menge Wasser, z. B. ein Loth Wasser geben. Wie nun, wenn Jemand zu einem Chemiker käme und bei ihm ein Loth chemisch hergestelltes Wasser bestellte, aber von ihm verlangte, er möchte zu diesem Wasser ein wenig mehr Sauerstoff oder ein wenig mehr Wasserstoff nehmen, so würde der Chemiker ihn zurückweisen und ihm sagen: „Freund, dies geht nicht!“

Zwei Maß Wasserstoffgas verbinden sich **nur** mit einem Maß Sauerstoffgas zu Wasser. Nimmt man mehr Sauerstoffgas oder mehr Wasserstoffgas dazu, so bleibt es unverbunden zurück, denn es ist einmal ein feststehendes Gesetz in der todten Natur, daß eine gewisse Menge Eines Stoffes sich nur mit einer gewissen ganz genau bestimmten Menge eines andern Stoffes chemisch verbindet, und dies Gesetz ist so unumstößlich, daß keine Kunst der Welt im Stande ist, ein sauerstoffreicheres und wasserstoffreicheres Wasser herzustellen, als überhaupt alles Wasser in der Welt ist.

Aehnlich wie mit dem Wasser geht es mit allen Dingen

aus der unbelebten Welt. Quecksilber und Schwefel bilden chemisch verbunden den Zinnober, den bekannten rothen Farbestoff. Will man ein Loth Zinnober machen, so muß man dazu eine ganz genau bestimmte Menge Quecksilber und eine ganz genau bestimmte Menge Schwefel nehmen, und kein Chemiker in der Welt kann es dahin bringen, daß dieselbe Menge Quecksilber sich mit einem Körnchen mehr oder einem Körnchen weniger Schwefel verbindet. Nimmt man mehr Schwefel, so bleibt Schwefel übrig, nimmt man weniger Schwefel, so bleibt Quecksilber übrig, ohne die chemische Verbindung einzugehen.

Man sieht, es findet in der todten Natur ein gewisses unerschütterlich feststehendes Verbindungs-Gewicht zwischen zwei Stoffen statt. Dies ist aber in den Stoffen der lebendigen Natur nicht der Fall. In Pflanzen und Thieren fabricirt die Natur chemische Dinge, die von einander ganz und gar verschieden sind, obgleich sie chemisch ganz dieselben Stoffe in sich haben, und ihre Verschiedenheit rührt nur daher, daß sie eben mehr oder weniger von einem Stoffe in sich aufgenommen und chemisch verbunden haben.

Aus diesem Umstande rührt es her, daß die Natur mit ihren vier chemischen Grundstoffen, aus denen sie die Pflanzen und Thiere zusammensetzte, so unendlich viele verschiedene Dinge zu schaffen im Stande ist.

Um so recht deutlich zu sehen, was wir meinen, wollen wir einmal zeigen, was die todte Natur und die künstliche Chemie aus den vier Grundstoffen, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff zu machen im Stande ist, und dies einmal vergleichen mit dem, was in der lebendigen Natur aus diesen selben vier Stoffen wird.

Die todte Natur kann aus Sauerstoff und Wasserstoff Wasser machen, und dann noch einen Stoff, der syrupartig aussieht und Wasserstoff-Hyper-Oxyd heißt. Das wären

also zwei Stoffe. Aus Sauerstoff und Stickstoff entstehen fünf Arten von Salpetersäure-Verbindungen, aus Sauerstoff und Kohlenstoff sind zwei Arten von Kohlensäure möglich. Im Ganzen also kann man aus Sauerstoff mit den andern drei Stoffen 9 verschiedene chemische Dinge erzeugen.

Gehen wir nun weiter, so finden wir, daß aus Wasserstoff und Stickstoff nur Ammoniak gebildet werden kann; aus Wasserstoff und Kohlenstoff entsteht das bei uns jetzt allgemeine Leuchtgas. Fügen wir nun hinzu, daß aus Stickstoff und Kohlenstoff nur eine Verbindung hergestellt werden kann, die den Namen Cyan hat, so sehen wir, daß aus den vier Stoffen im Ganzen 12 Dinge erzeugt, die freilich noch theilweise unter einander verbunden werden, und so neue Dinge herstellen können.

Wenn wir nun dagegen sagen, daß die lebendige Natur die verschiedensten Arten von Pflanzen und Thieren, deren Gattungen viele Millionen übersteigen, auch nur aus den vier genannten Stoffen gebildet hat, so wird wohl Jeder einsehen, welch' ein wesentlicher Unterschied darin liegt, daß in der todten Natur die Verbindungsgesetze auf bestimmte Mengen beschränkt sind, während in der lebenden Natur die verschiedenartigsten Mengen-Verhältnisse zu einer chemischen Verbindung möglich sind.

XXXIII. Die Folgen der Unterschiede chemischer Verbindungen in der todten und lebendigen Natur.

Indem die chemischen Verbindungen in der todten Natur ganz anderer Art sind als die der lebendigen Welt, so kommt es, daß wir künstlich der todten Natur alles

nachmachen, ja sogar mit der Chemie Dinge machen können, die die Natur nicht macht. Aber alle unsere Kunst scheitert, wenn es gilt, ein belebtes Wesen zu machen.

Die Chemie kann aus den sechszig chemischen Urstoffen eine unendliche Masse von Dingen machen. Die Chemie stellt Wasser, Luftarten, Steinarten, Erdarten, Säuren, Salze, Farbestoffe, Metall-Verbindungen, Medizine und Gifte aller Art her, die von der größten Wichtigkeit sind. Aber bei der lebendigen Natur scheitert ihre Kunst. Sie kann zwar die Pflanzen- und Thierstoffe chemisch zerlegen und weiß es mit der größten Genauigkeit anzugeben, wieviel Sauerstoff, wieviel Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff und sonstige geringe Beimengungen einzelner chemischer Urstoffe in einem solchen Dinge vorhanden sind. Aber wenn man dem Chemiker sagt: „Nun hast du eine Kartoffel chemisch zerlegt und hast die chemischen Urstoffe daraus gewonnen, jetzt sei so gut und stelle einmal wieder die Kartoffel aus demselben Stoff zusammen!“ Da wird er die Achseln zucken und sagen: „Das kann unsere Chemie nicht, das kann nur die Lebenskraft der Natur schaffen.“

Die Lebenskraft der Natur kann aus einem Weizenkörnchen einen Halm mit einer ganzen Masse Weizen schaffen, aus einem Stückchen Kartoffel eine ganze Masse einzelner Kartoffeln, aus einem Apfelkörnchen einen großen Apfelbaum, und diese Lebenskraft verfährt dabei auch chemisch. Sie nimmt chemische Stoffe dazu. Sie braucht hierzu Ammoniak, Kohlensäure und Wasser und Licht und Wärme ganz so, wie der Chemiker bei seinen Kunststücken. Die Lebenskraft der Natur kann aus einem Weizenkorn keinen Halm machen, wenn man ihr den Stoff entzieht, den sie dazu braucht. Diese Lebenskraft treibt also Chemie ganz so wie ein menschlicher Chemiker. Wer keine Chemie kennt, versteht auch nicht, wie eine Pflanze wachsen

kann, und schon darum ist die Kenntniß der Chemie von der größten Wichtigkeit, weil nur durch sie die Kenntniß vom Wachsthum und dem Leben, der Ernährung und der Fortpflanzung der Pflanzen und auch der Thiere erlangt werden kann.

Aber obgleich die Lebenskraft der Natur auch Chemie treibt, ist es doch eine andere Art Chemie, als die, welche die Menschen treiben.

Man hat daher auch einen andern Namen für diese Art der Chemie. Die Chemie in der unbelebten Natur nennt man die „un-organische oder die anorganische Chemie", und in dieser wetteifert der Mensch mit der Natur; ja, seine Kunst übertrifft in vielen Punkten die Natur. Die Chemie aber, die in den belebten Wesen der Natur waltet, nennt man die organische Chemie; und auf diesem Gebiet kann der Mensch zwar zerlegen, was die Natur aufgebaut hat; aber er steht vollkommen hilflos und beschämt da, wenn er das Zerlegte wieder zusammensetzen soll.

Der Mensch kann ein Stückchen Kartoffel nehmen und es in die Erde legen und kann dem Lebenskeim, der in dem Stückchen Kartoffel liegt, gebieten, Chemie zu treiben und eine ganze Masse Kartoffeln hervorzubringen. Er kann dem Lebenskeim in dem Stückchen Kartoffel alles darbieten, was er zu seiner chemischen Operation braucht. Ja, der Bauer, der dem Felde Dünger giebt, giebt nicht der Erde den Dünger, sondern er thut nur das unbewußt, was der Chemiker bewußt thun würde: er bietet in dem Dünger nur der Lebenskraft des Saamens die chemischen Stoffe dar, die sie zu ihrem chemischen Kunststück gebraucht. Der Mensch kann nun genau das chemische Kunststück beobachten, welches das Stückchen Kartoffel oder richtiger dessen Lebenskeim, treibt; und das ist auch genau beobachtet worden; und die neueste Zeit hat geistvolle Blicke in diese

geheime Werkstatt der Natur gethan. Was sonst als ein Wunder angestaunt wurde, wird jetzt als eine Wissenschaft getrieben. Aber es ist die organische Chemie eine Wissenschaft, die eine unübersteigbare Grenze hat. — Das Geheimniß der Ernährung, des Wachsthums und der Fortpflanzung der Pflanzenwelt und der Thierwelt ist jetzt so weit erforscht, daß man ganz sicher weiß, dies alles geht auf chemischem Wege zu. Nur an zwei Dingen scheitert unsere Einsicht.

Erstens ist der geheime Chemiker, die Lebenskraft, welche die Chemie treibt, noch unbekannt. Man sieht zwar, was sie thut und wie sie es thut, aber man sieht die Lebenskraft selber nicht. Man kennt ihre Gesetze, aber nicht ihr Wesen. — Zweitens weiß man zwar, wie sie es macht und wie sie Chemie treibt, aber man kann es ihr nicht nachmachen. Sie arbeitet mit demselben Material, mit dem auch wir arbeiten können. Ja, sie braucht noch weniger Material als wir, denn sie nimmt zu einer Kartoffel, zu einem Apfel nur Sauerstoff und Wasserstoff und Kohlenstoff, und zu manchen Pflanzen auch noch Stickstoff. Aber sie ist geschickter als unsere Hände und weiser als unser Kopf. Wir können aus den Stoffen nur die unorganischen Dinge machen, die wir bereits im vorigen Abschnitt angegeben haben. Die Lebenskraft aber macht vor unsern Augen aus diesen vier Dingen die ganze Welt des Lebens! —

Vielleicht aber glaubt Jemand, daß dieserhalb die ganze organische Chemie zwar eine interessante, aber keine nutzenbringende Wissenschaft sei; das aber ist ein Irrthum. Die organische Chemie ist, wie wir nun zeigen wollen, nicht nur die größte und bedeutendste, sondern auch die nützlichste und einflußreichste Wissenschaft der neuern Zeit.

XXXIV. Ein wenig organische Chemie.

Die organische Chemie hat drei wichtige Aufgaben, welche in der neuern Zeit die bedeutendsten Forscher als das segensreiche Feld ihrer Thätigkeit betrachten.

Vor Allem ist die organische Chemie von der größten Wichtigkeit für den Landbau. Bisher lebte man im vollkommenen Dunkel über die Erfahrungen, die der Landmann beim Bau des Feldes machte, und die Fruchtbarkeit und Unfruchtbarkeit eines Feldes war rein eine Kenntniß, die man durch jahrelange Beobachtungen erst ermitteln mußte. Zeitraubende Proben und schwere Versuche belehrten erst, wie und wozu ein Feld angewendet werden kann, welche Saat man darauf aussäen und welche Frucht darauf gedeihen möchte, mit welcher Art von Dünger man den Boden versehen müsse und welche Gattungen von Stoffen der Pflanze förderlich sein könnten. Jetzt, wo die Chemiker die Sache in die Hand genommen haben, ist man schon einen gewaltigen Schritt weiter gekommen. Der Landbau ist jetzt eine wissenschaftliche Thätigkeit geworden und diese Wissenschaft ist die Wissenschaft der organischen Chemie.

Der Chemiker nimmt eine Pflanze, zerlegt sie auf chemischem Wege und sieht, welche Stoffe darin enthalten sind. Er weiß, daß diese Stoffe nicht durch Zauber in die Pflanze hineinkommen, sondern daß es ein chemischer Vorgang ist, durch welchen die Pflanze diese Stoffe aus dem Boden und der Luft genommen und umgebildet hat. Kennt er die Stoffe, aus denen die fertige Pflanze besteht, so weiß er auch, daß die Pflanzen diese Stoffe als Speise in sich aufgenommen. Er weiß also genau, was der Boden liefern muß, um solche Pflanzen hervorbringen zu können. Nimmt er nun einen Stich Erde aus dem Boden

und untersucht ihn auch auf chemischem Wege und findet, daß diese Stoffe, die die Pflanze braucht, im Boden vorhanden sind, so weiß er ohne jahrelange Untersuchungen zu sagen: „Diese Pflanze wird in diesem Boden gedeihen!“

Findet er, daß der Boden nicht alle Stoffe in sich hat, die die Pflanze braucht, so weiß er anzugeben, womit der Boden versorgt werden muß. Denn der Chemiker scheut sich nicht, auch jede Art von Dünger chemisch zu zerlegen. Er untersucht, welche Stoffe der Dünger dem Felde zubringen muß und belehrt den staunenden Landmann: hier mußt du Gyps in den Dünger mischen! dort mußt du Knochenmehl hinzuthun! da darfst du nicht zu viel thierischen Dünger ablagern! dieses Feld mußt du ein Jahr lang ganz ruhen lassen und statt Getreide Klee anbauen. Jenes Feld braucht gar keinen Stoff, denn es besitzt sie alle in Ueberfluß, aber es kann darauf deshalb nichts wachsen, weil die nöthigen Stoffe in einer Form vorhanden, durch welche sie sich nicht im Regenwasser auflösen können, du mußt also statt des Düngers verdünnte Schwefelsäure auf dein Feld schütten, die diese Stoffe auflösbar machen wird, so daß die Pflanze sie wird genießen können.

Die landwirthschaftliche Chemie ist schon allein eine der segensreichsten Beschäftigungen unserer Zeit, und sie wird erst ihren vollen Segen entfalten, wenn sie weiter eingedrungen sein wird in das Landvolk. Es ist daher von der größten Wichtigkeit, daß sich jetzt der Gebildete mit der Landwirthschaft abgiebt; aber seine Studien macht er nicht mehr als Ackerknecht und Pferdejunge, sondern die Landwirthschaft wird jetzt in der Studirstube der Chemiker getrieben und erst nach solcher Vorbereitung geht der gebildete Landwirth an den praktischen Landbau und erkennt, daß das sonst blind angestaunte Wunder der Natur eine Folge weiser Gesetze ist, die dem Menschengeist nicht ver-

schlossen sind, und deren Beobachtung Wohlstand, Gedeihen und Segen verbreiten.

Die zweite Aufgabe der organischen Chemie ist, aus der Pflanzen- und Thierwelt neue chemische Stoffe herzustellen, von denen man sonst keine Ahnung hatte. Die Mannigfaltigkeit in der organischen Welt ist so unendlich groß, daß mit jedem Tage aus der Pflanzen- und Thierwelt neue Stoffe erzeugt werden, von denen man früher nie etwas wußte. Der Reichthum an neuen Stoffen ist jetzt schon durch die Forschungen der letzten zehn Jahre so groß, daß es nur an Menschen fehlt, welche sich mit der Aufgabe beschäftigen, wie und wo man diese Stoffe nützlich verwenden kann. Ja, die neuere Chemie ist so unendlich reich an neuen Stoffen, daß sie um Namen für dieselben in Verlegenheit ist. Und doch steht es fest, daß jeder dieser neuen Stoffe irgend wie verwendet werden kann, und einzelne von diesen, die jetzt ganz unbeachtet bleiben, bei einer glücklichen Entdeckung zu einer Quelle großer Reichthümer werden können.

Um ein kleines Beispiel hiervon zu geben, wollen wir nur Eines anführen. In neuerer Zeit ist hauptsächlich für die Photographie ein Stoff dargestellt worden, der den Namen Pyro-Gallus-Säure hat. Dieser Stoff ist so werthvoll, daß das Loth davon mit zwei und einem halben Thaler bezahlt wird, er ist also fast fünfmal theurer als Silber! In diesen Tagen aber fanden wir einen wissenschaftlichen Bericht, daß es einem Chemiker gelungen sei, diesen Stoff aus Holzessig zu gewinnen. Ist dies der Fall, so wird mit einem Male dieser so kostbare Stoff ein Fabrikations- und Handelsartikel werden und seine Benutzung, die jetzt so selten ist, wird unzweifelhaft in vielen Fällen des Lebens Anwendung finden.

So bereichert hauptsächlich die organische Chemie die

Vermehrung der nützlichen Stoffe und giebt den Dingen, die man sonst unbeachtet ließ, einen ganz neuen Werth.

XXXV. Die wichtigen Aufgaben der organischen Chemie.

Eine höhere Aufgabe der organischen Chemie ist, die Produkte der Pflanzenwelt in ihrer Verbindung zu beobachten, die sie annehmen, wenn sie sich selbst überlassen oder durch andere Stoffe und Mittel zu Veränderungen angeregt werden. Der Segen, den dieser Theil der Chemie bereitet hat, ist ungeheuer; die Aussicht, die hier noch Segensreiches in der Zukunft verspricht, geht in's Unendliche.

Es ist gar nicht lange her, daß man die Früchte der Pflanzen nur in der Weise verbrauchte, wie sie die Natur fertig lieferte; erst als die Chemie anfing, diese Früchte zu untersuchen, erst da kam man darauf, daß man aus den Früchten noch ganz andere Dinge machen kann, als die Natur.

Es ist bekannt, daß man vor zwanzig Jahren nichts anderes wußte, als daß man Zucker aus der Ferne herholen müsse, wo das Zuckerrohr gedeiht; jetzt weiß es Jeder, daß wir meisthin den Runkelrübenzucker genießen, und es hängt nur von neuen chemischen Entdeckungen in der Gewinnung des Zuckers aus der Runkelrübe ab, um ein Pfund Zucker noch einmal so billig zu haben, als es schon jetzt ist.

Als ein Beispiel der interessantesten Art, wie die Kunst der Chemie die Naturstoffe in ganz veränderte Form und Beschaffenheit versetzen kann, ist die jetzige Fabrikation des Holzessigs, bei welcher, wie wir später zeigen werden,

wirklich aus Holz Essig gemacht wird. Noch interessanter in dieser Beziehung ist die Kartoffel, welche man durch chemische Mittel in Mehl verwandeln kann, aus dem Mehl kann man Gummi machen, den Gummi kann man in Zucker verwandeln, den Zucker kann man in Alkohol, den Alkohol in Aether und Essig umschaffen.

In gleicher Weise versteht es die organische Chemie, alle Naturstoffe aus ihrer früheren Beschaffenheit zu einer Veränderung anzuregen und ganz neue, gar nicht in diesen Stoffen vermuthete Dinge daraus zu machen, so daß eigentlich fast sämmtliche Fabrikationszweige jetzt in das Bereich der Chemie fallen und deren Gedeihen nur möglich ist, wenn die organische Chemie noch weit verbreiteter und ihre Forschungen und Entdeckungen praktischer gemacht würden.

Wir wollen diese drei Aufgaben der organischen Chemie nunmehr in kurzen Umrissen näher beleuchten und durch Beispiele und Versuche deren Wichtigkeit deutlich zu machen suchen. Wir werden demnach in den nächsten Abschnitten Einiges von den Hauptsachen der landwirthschaftlichen Chemie, Einiges von der Auffindung neuer Stoffe und endlich einige Beispiele von den Verwandlungen vorführen, die die Chemie mit vielen Stoffen vornimmt; für jetzt dürfen wir jedoch über die Nützlichkeit und praktische Wichtigkeit dieser Wissenschaft nicht vergessen, daß sie einen noch höhern Werth beanspruchen darf, indem sie es ist, die das Dunkel im Lebensvorgang des Thieres und des Menschen zu beleuchten anfängt, und die Resultate, die sie jetzt schon gewonnen, von ihr erwarten lassen, daß sie dereinst die noch undurchdringlichen Geheimnisse unseres eigenen Leibes erforschen, und so die Stütze einer neuen Lehre vom Leben, vom Erkranken und der Heilung des Menschen werden wird.

Die organische Chemie ist zur Erkenntniß des Lebens-

vorganges im Menschen von der höchsten Wichtigkeit. Erst durch die Chemie lernen wir verstehen, weshalb wir athmen und was mit dem Athem vorgeht. Erst die Chemie belehrt uns, weshalb wir uns nur von gewissen Stoffen ernähren können. Der Chemie der neuern Zeit erst ist es gelungen, zu zeigen, in welche Stoffe des Leibes sich die Stoffe der Speisen verwandeln, welche Speisen zum Wachsthum der Haare, der Knochen, der Nägel, der Zähne, der Muskeln und des Fettes nöthig sind. — Erst durch die Chemie beginnt man jetzt zu ahnen, wie und in welcher Weise sich Gesundheit im Körper erhalten und Krankheit entstehen kann, und in welcher Art einzelne Medizinen in diesen Zustand eingreifen. Der Chemie erst wird es gelingen, die Heilkunst in eine Heilwissenschaft zu verwandeln und das Dunkel zu zerstreuen, das jetzt noch über einem großen Theil der ärztlichen Praxis schwebt, ein Dunkel, das selbst der glücklichste Arzt nicht durchschauen kann, ohne die Chemie zu Hülfe zu rufen.

XXXVI. Die landwirthschaftliche Chemie. Der Keim, die Frucht und einige Versuche.

Die landwirthschaftliche Chemie hat sich ihre Aufgabe dahin gestellt: die Gesetze des Lebens, des Wachsthums und des Gedeihens der Pflanzen zu ermitteln, um ihre Pflege genau wissenschaftlich zu ergründen und mit Sicherheit angeben zu können, auf welchem Wege die Menschen der Natur zu Hülfe kommen und den Wachsthum der nützlichen Pflanzen in reichem Maße befördern können.

Die allgemeinen Resultate der Forschungen neuester Zeit sind folgende:

In der Pflanze ist eine eigene und noch jetzt unbe-

kannte Kraft thätig, welche man die **Lebenskraft** nennt. Die Neigung der chemischen Urstoffe, Verbindungen einzugehen, ist in den Pflanzen durchaus nicht so, wie in der todten Natur. Im Gegentheil, die Lebenskraft der Pflanze schafft **andere** Verbindungen der Stoffe, macht aus den Stoffen **andere** Dinge als die todte Chemie. Die Lebenskraft an sich also ist nicht chemisch zu erklären. Möglich ist es also, daß die Lebenskraft in der Pflanze eine uns ganz unbekannte, fremde Kraft ist; allein es ist auch möglich, daß sie das Resultat von Zusammenwirkungen bereits bekannter Kräfte ist, wie das Zusammenwirken von chemischen Gesetzen im Verein mit physikalischen Kräften, mit Licht, Wärme, Elektrizität und Erdmagnetismus. — Die berühmtesten Naturforscher, von denen wir nur **Liebig** einerseits und **Moleschott** andererseits nennen wollen, sind hierüber im Streite. Uns jedoch muß es vorläufig genügen, zu wissen, daß diese Lebenskraft thätig ist, und zu erkennen, in welcher Weise diese Thätigkeit vor sich geht. —

Uebereinstimmende Beobachtungen haben Folgendes gelehrt:

Eine jede Frucht enthält einen Keim zu einer neuen Pflanze, die im Allgemeinen bestimmt ist, dieselben Früchte hervorzubringen. Die Frucht enthält außer dem Keim noch Nahrungsstoffe. Nun bilden wir uns im gewöhnlichen Leben ein, daß diese Nahrungsstoffe von der Natur für den Menschen geschaffen seien. Das aber ist ein Irrthum. Der Nahrungsstoff einer Erbse, einer Bohne, eines Apfels oder sonst einer Frucht, ist von der Natur nur geschaffen, um zur ersten Nahrung der künftigen Pflanze zu dienen, deren Keim in der Frucht steckt. Ganz so, wie kein Kind geboren wird, ohne daß die Natur in den Brüsten der Mutter Milch als Nahrungsstoff für die erste Zeit vor-

bereitet, ganz so kommt kein Keim der Pflanze zur Welt, ohne daß die Natur ihm Frucht mitgiebt, damit der Keim darin die Nahrung finde für die erste Zeit seines künftigen jungen Lebens. Ebenso, wie die Natur die Milch der Kuh nicht für den Menschen, sondern für das Kälbchen geschaffen hat, ebenso, wie wir uns eigentlich unberechtigt der Milch bemächtigen, wenn das Kälbchen nur soweit ist, daß es sich selber Nahrung suchen kann, ganz ebenso kann man sagen, daß wir in jeder Frucht, die wir essen, nicht etwas von der Natur *für uns* Geschaffenes genießen, sondern wir eignen uns Etwas zu, was dem in der Frucht steckenden Keim gehört, und essen oft dies freilich mit sammt dem Keim auf. In diesem Sinne darf man sagen: *Eine jede Frucht ist die Muttermilch für den in ihr liegenden Pflanzenkeim!*

Man kann sich durch Versuche hiervon überzeugen.

Wenn man z. B. Gerstenkörner in ein Glas schüttet und mit etwas Wasser übergießt und an einen warmen Ort stellt, so wird man nach einiger Zeit bemerken, daß aus jedem Gerstenkorn ein Pflänzchen herauswächst aus dem einen Ende und ein paar Fäden als Wurzeln aus dem andern Ende. Es ist dies, beiläufig gesagt, die Art, wie der Brauer aus Gerste Malz macht. — Man sieht also, es wächst das Pflänzchen Anfangs ohne Nahrung von außen her, sondern nur durch das Erweichen seiner Nahrung, des Gerstenkornes, im Wasser. Nicht das *Gerstenkorn* wird zu einem Halm, sondern nur ein kleiner *Keim*, der darin steckt, wird ein solcher, und zwar geschieht dies durch die Lebenskraft, die in ihm steckt und in ihm jahrelang bleibt, wenn er trocken aufbewahrt wird. Die Wärme weckt gewissermaßen diese schlummernde Lebenskraft zur Thätigkeit auf und wenn das Gerstenkorn, diese Muttermilch des Pflänzchens, zugleich durch Wasser erweicht wird,

so ist auch der Nahrungsstoff für den Keim vorbereitet und er beginnt, zur Pflanze zu werden.

Erst wenn diese Muttermilch aufgezehrt ist, dann hat das Pflänzchen die Kraft, sich durch die Wurzeln die Nahrung aus dem Erdboden zu holen; findet es solche nicht, so stirbt es auch ab.

Wenn wir also auf das Leben der Pflanze eingehen, so sehen wir, daß sie vor Allem Wärme und Wasser braucht; allein Wärme ist kein Nahrungsstoff und Wasser allein ist auch kein solcher. Die Wärme ist nur die Erregung zum Leben und das Wasser ist vorerst nur nöthig, damit die Nahrung eindringen kann in die junge Pflanze. Freilich könnte man sagen: dies ist ja gar keine Chemie. Aber wenn man bedenkt, daß die Chemie eben die Wissenschaft ist, die da lehrt, aus einzelnen Stoffen ein neues ganz anderes Ding zu machen, und wenn man hierbei erwägt, daß die Lebenskraft in diesem Pflänzchen aus einem Keim ein Hälmchen und Wurzeln macht, so wird man doch gestehen müssen, daß dies Chemie ist; wiewohl jeder Chemiker gern gesteht, daß er ohne Keim und Lebenskraft nicht ein gleiches Kunststück machen kann.

Wir wollen nunmehr die chemische Werkstatt der Pflanze etwas näher betrachten.

XXXVII. Die chemische Werkstatt der Pflanze.

In der Pflanze ist so recht eine kleine wunderbare chemische Fabrik; aber das Wunderbarste darin ist, daß die Fabrik selber ein chemisches Produkt ist.

Die Pflanze erschafft sich selber immerfort auf chemischem Wege. Wenn wir die unbekannte Lebenskraft in der

Pflanze uns als den eigentlichen unsichtbaren Chemiker denken, so ist die Pflanze freilich nur eine Art Wohnhaus dieses wundersamen Chemikers; aber immerhin steht soviel fest, daß Alles, was der Chemiker zu Wege bringt, nichts ist, als daß er aus Stoffen, die er von außerhalb der Pflanze hernimmt, die Pflanze macht. Ganz so wie ein menschlicher Chemiker aus Schwefel und Quecksilber Zinnober, schafft der geheime Chemiker, die Lebenskraft, aus gewissen Stoffen, die wir sogleich nennen werden, eine Pflanze. Das Dunkle und Wunderbare darin ist nur, daß dieser geheime Chemiker nicht wie der Mensch mit seinen Händen die Stoffe, die er braucht, herbeiholt und sie durch seine Kunst in den Zustand versetzt, durch welchen sie sich verbinden, sondern die Lebenskraft, dieser geheime Chemiker, bedient sich eben der Pflanze, so weit sie fertig ist, um durch sie die Stoffe von draußen her zu erhalten und damit die Pflanze noch weiter auszubilden. —

Sehen wir indessen von dem Dunkeln und Unerklärten, das sich hierin vor unsern Augen zeigt, ab, so ergiebt sich jedenfalls Folgendes:

Eine Pflanze ist nichts anderes, als die organisch oder lebend gewordenen todten Stoffe, die sie zu ihrer Nahrung verbraucht hat. — Wenn z. B. ein Chemiker findet, daß eine Pflanze aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff besteht, so hat er das Recht zu sagen: diese Pflanze ist nichts als Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff in einer belebten chemischen Verbindung. Es ist vollkommen richtig, wenn man behauptet, diese todten Stoffe bilden in einer gewissen Verbindung ein lebendiges Ding, das jetzt als Pflanze vor uns steht. Da aber diese ursprünglich todten Stoffe die Nahrung der Pflanze waren, so ist die Pflanze nichts, als ihre eigne lebendig gewordene Nahrung.

Eigenthümlich aber ist, daß die Stoffe, die zur Nahrung

der Pflanze dienen und Pflanze werden sollen, gewissermaßen hierzu chemisch vorbereitet sein müssen, und es nicht genügt, diese Stoffe gesondert einer Pflanze darzubieten. Gesetzt, man wollte eine Pflanze, die Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff zur Nahrung braucht, in eine Flasche hineinlegen, wo diese Stoffe einzeln hineingebracht worden sind, so würde sie darin nicht leben. Die Stoffe, wenn sie einzeln da sind, können nicht zur Speise der Pflanze dienen; sie müssen sich vielmehr unter einander chemisch verbinden, und erst, wenn die Stoffe chemisch verbunden sind, erst dann sind sie zurecht gemacht, um der Pflanze als Nahrung zu dienen.

Schon außerhalb der Pflanze müssen sich Sauerstoff und Wasserstoff chemisch verbunden und Wasser gebildet haben; dann erst dienen sie, oder richtiger das Wasser, zur Erhaltung der Pflanze. Schon außerhalb der Pflanze müssen sich Kohlenstoff und Sauerstoff chemisch verbunden und Kohlensäure gebildet haben, damit diese eine Nahrung der Pflanze werde. Schon außerhalb der Pflanze müssen sich Wasserstoff mit Stickstoff chemisch verbunden und Ammoniak gebildet haben, um ein Speisestoff der Pflanze zu werden.

Wir entnehmen hieraus, daß die Bestandtheile der Pflanzen freilich nur Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff sind; aber wir sehen zugleich, daß die eigentliche Nahrung der Pflanzen chemische Verbindungen dieser Stoffe sind und daß diese Nahrung in drei Dingen besteht, in Wasser, in Kohlensäure und in Ammoniak.

Für die Landwirthschaft also ist es vor Allem von der größten Wichtigkeit, es zu wissen, daß diese Nahrungsmittel reichlich vorhanden sein müssen in einem Boden, worin Pflanzen gedeihen sollen. Fehlt eines dieser Nahrungsmittel, so stirbt die kräftigste Pflanze ab und die Erhaltung

derselben ist nur dann möglich, wenn man künstlich dem Boden diese Stoffe zuführt.

Wir wollen nunmehr die Art und Weise deutlicher machen, wie die Pflanze ihre Speise zu sich nimmt und welche Hauptmittel die landwirthschaftliche Chemie an die Hand giebt, die Speisung der Pflanzen zu erleichtern und so ihr Wachsthum und Gedeihen zu fördern.

XXXVIII. Die Nahrung der Pflanze.

Eine jede Pflanze muß Nahrung zu sich nehmen, sie muß also Speise-Werkzeuge besitzen, durch welche sie, wie Thier und Mensch durch den Mund die Nahrung aufnehmen kann. Allein die Pflanzen haben keinen Mund, sondern sie haben saugende Wurzeln und Luft einathmende Blätter.

Schon der Umstand, daß die Pflanze Stoffe, die sie braucht, durch die Wurzeln aufsaugen muß, ist hinreichend, um begreiflich zu machen, daß sie keine harten Speisen, wie Mensch und Thier, zu sich nehmen kann, sondern der flüssigen Speisen bedarf, um sie zu genießen.

Nun wissen wir, daß der reine Kohlenstoff nicht flüssig ist und nicht flüssig gemacht werden kann. Jede Pflanze aber hat viel Kohlenstoff in sich, wie wir ja alle unsere Kohlen nur aus den Pflanzen gewinnen. Es kann also schon darum die Pflanze den bloßen Kohlenstoff nicht in sich aufnehmen, sondern es muß sich erst außer ihr Kohlensäure bilden, eine Luftart, die aus Kohlenstoff und Sauerstoff besteht. Diese Luftart nimmt die Pflanze durch die Blätter auf, indem sie sie einathmet und durch die Wurzeln, indem jedes Wasser im Stande ist, Kohlensäure zu

verschlucken und das Wasser, welches die Pflanze auffaugt, auch Kohlensäure in sich hat.

Mit den bloßen Augen können wir zwar nicht sehen, wie es möglich ist, daß die Blätter im Stande sind, Kohlensäure einzusaugen; aber durch starke Vergrößerungsgläser, durch Mikroskope, sieht man ganz deutlich, daß ein Blatt nicht eine feste Masse ist, sondern ein Gewebe einzelner Zellen, in welchen sich Säfte befinden. Dieser Zellensaft ist nicht grün, sondern meist hell und farblos wie Wasser, nur in einzelnen zerstreut liegenden Zellen befinden sich Tröpfchen von grüner Farbe, die man Blattgrün nennt, und die ihre Farbe nur der Einwirkung des Lichts verdanken. Diese Tropfen Blattgrün sind so klein, und stehen so dicht bei einander, daß wir, wenn wir ein Blatt mit bloßen Augen ansehen, meinen, es sei im Ganzen grün. Durch ein starkes Mikroskop aber gesehen, nimmt man wahr, daß große Zwischenräume zwischen einer Farbezelle und der andern sind, weshalb denn auch ein Blattstückchen unter dem Mikroskop ganz anders und keineswegs grün erscheint. Durch solche Mikroskope sieht man auch, daß jedes Blatt eine Unmasse einzelner Spaltöffnungen hat, die wirklich so aussehen, wie ein zum Athmen etwas geöffneter Menschenmund.

Und durch diesen Mund saugt oder athmet die Pflanze den Kohlenstoff ein, der sich in der Luft befindet.

Wie wir bereits mehrfach erwähnt haben, enthält die Luft, in welcher Menschen und Thiere leben, oder wo Pflanzenstoffe in Verwesung übergehen oder verbrannt werden, viel Kohlensäure. Diese Kohlensäure schwimmt in der Luft umher, ohne sich mit ihr chemisch zu verbinden. Man kann diese Kohlensäure auch einfangen. Man braucht nur ein bischen klares Kalkwasser in ein Glas zu gießen und es an der Luft stehen zu lassen, so wird man schon finden,

daß sich oben auf der Flüssigkeit eine weißliche Decke bildet, die später zu Boden fällt. Diese Decke entsteht, indem der Kalk, der im Wasser aufgelöst ist, die Kohlensäure aus der Luft anzieht und eine Schicht von kohlensaurer Kalkerde, also von Kreide bildet, die dann als unlöslich im Wasser zu Boden sinkt.

Man könnte sich nun das Aufnehmen der Kohlensäure durch die Spaltöffnungen der Blätter eben so denken, und zwar müßte man voraussetzen, daß die Blätter an diese Oeffnung immer einen frischen Saft hinsenden, der Neigung hat, sich mit Kohlensäure zu verbinden; allein ganz so kann es wohl nicht sein, weil es eine Thatsache ist, daß die Aufnahme von Kohlensäure und das Aushauchen von Sauerstoff nur beim Tageslicht, im Dunkeln dagegen, also des Nachts, das umgekehrte Verhältniß stattfindet.

Wie dem aber auch sein mag, so steht so viel fest, daß die Pflanzen Kohlensäure einnehmen und Sauerstoff ausgeben, und hieraus folgt, daß in der Pflanze eine Portion Kohlenstoff zurückbleibt, die zum Leben der Pflanze bestimmt ist.

Dies ist die Ernährung der Pflanze durch die Blätter; und diese ist so wichtig, daß ein Baum, der all' seiner Blätter beraubt wird, einen bedeutenden Verlust an Lebenskraft erleidet.

Obgleich nun die Luft aus einem Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff besteht und die Pflanze auch diese Stoffe zu ihrem Unterhalt braucht, nimmt sie doch dieselben nicht durch die Blätter ein. Vielleicht hauptsächlich darum nicht, weil in der Luft der Sauerstoff und der Stickstoff nicht chemisch verbunden, sondern nur durcheinander gemengt sind. — Um zu diesen Stoffen zu gelangen, benutzt die Pflanze die Wurzeln.

Wenn die Blattöffnungen gewissermaßen die Nase der

Pflanzen sind, durch welche man nur athmen, aber nicht essen kann, so kann man die Wurzeln den Mund der Pflanze nennen; aber einen Mund, der nur trinken oder richtiger, saugen kann. Alle Speisen der Pflanze müssen daher erst in Wasser aufgelöst sein, bevor sie die Pflanze zu genießen vermag.

Da dies bei der Kohlensäure auch der Fall ist, und jedes Wasser kleine Portionen Kohlensäure in sich aufnimmt, so saugt, wie wir bereits erwähnt, auch die Wurzel Kohlensäure ein, weshalb denn ein Baum, dem die Raupen alle Blätter geraubt haben, noch nicht abzusterben braucht. Die Wurzel nimmt aber auch zugleich die übrigen Speisen auf, und von diesem Vorgang wollen wir im nächsten Abschnitte sprechen.

XXXIX. Die Speisung der Pflanze durch die Wurzel.

Das Eindringen der Pflanzennahrung in die Pflanze geschieht, wie bereits erwähnt, hauptsächlich durch die Wurzel, und zwar findet sowohl Wasser wie Ammoniak durch die in der Erde liegende Wurzel den Weg zum Innern der Pflanze.

Wir haben dieses Aufnehmen der ernährenden Flüssigkeit durch die Wurzel eine Art Saugen der letztern genannt, da dies aber leicht ein Mißverständniß hervorrufen kann, so müssen wir uns hierüber deutlicher aussprechen.

Man macht sich im gewöhnlichen Leben die Vorstellung, daß eine Wurzel das Wasser so aufsauge, wie etwa ein Stück Löschpapier, das man mit einem Ende in Wasser taucht, wo man sofort bemerkt, daß das Wasser sich weiter in das Papier hineinzieht. Man denkt sich gemeinhin,

daß das Wasser von der Wurzel aus in die Pflanze hineinsteigt, ebenso, wie wenn man ein Stück weißen Zucker mit einer Ecke in den Kaffee taucht und sofort wahrnimmt, daß die Flüssigkeit in den Zucker hinaufläuft.

Diese Vorstellung ist ganz falsch. Es ist zwar nicht lange her, daß selbst die Gelehrten solche Vorstellung von der Verbreitung der Flüssigkeiten in den Pflanzen hatten; die neuere Wissenschaft indessen ist durch genauere Untersuchungen zu der Ueberzeugung gekommen, daß die Verbreitung der Flüssigkeiten sowohl im Pflanzen- wie im Thierkörper auf ganz anderem Wege vor sich geht.

Sowohl die Pflanzen- wie Thierkörper bestehen aus dicht aneinander gedrängten, ganz kleinen Zellen. Die Wände dieser Zellen sind außerordentlich fein; aber sie sind doch vollkommen geschlossen, so daß kein Kanal von einer Zelle zur andern führt. Jede Zelle ist im natürlichen Zustand mit Flüssigkeit gefüllt, ohne daß eine Oeffnung da ist, wo sie hinein oder herauskommen kann. Dahingegen besitzen gerade die Wände der Zelle die noch nicht hinreichend erklärte Eigenschaft, die Flüssigkeit durch eine Art Ausschwitzung von sich zu geben und dafür durch Einschwitzung eine Flüssigkeit aufzunehmen; und dieses Aus- und Einschwitzen geschieht hauptsächlich zwischen zwei Zellen, sobald die Flüssigkeiten in beiden verschiedenartig sind. Denkt man sich, daß in einer Zelle eine Flüssigkeit eingeschlossen ist, die anders beschaffen als die Flüssigkeit ihrer Nachbarzelle, so findet der Austausch so lange statt, bis beide Flüssigkeiten vollkommen zu gleicher Mischung geworden sind.

Man kann interessante leicht auszuführende Versuche über diese Erscheinung anstellen, und werden wir bei einer anderen Gelegenheit hiervon gern Mittheilung machen. Für jetzt müssen wir uns begnügen, darzuthun, daß das Wasser, das in die Wurzel einer Pflanze dringt, sich nicht wie etwa

in einem Docht hinaufzieht in die Pflanze, sondern, daß dieses Wasser zunächst eine Veränderung der Flüssigkeiten in den Zellen der Wurzel hervorbringt. Diese Veränderung veranlaßt die nächste Zelle, ihre Flüssigkeit mit der veränderten auszutauschen, und so geht die Austauschung von Zelle zu Zelle fort durch die ganze Pflanze, bis die Wirkung des Wassers, das in die Wurzel eingetrieben ist, hinaufgelangt bis zum feinsten Blättchen an der Spitze der Pflanze.

In dieser Weise findet in einer Pflanze ein fortwährender Säfte-Austausch statt, und jeder Pflanzentheil erhält statt seiner bereits verbrauchten Flüssigkeit stets neue, sobald nur die Wurzel neues Wasser aufnimmt. Da nun Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff besteht, so gelangen in dieser Weise diese Stoffe in die Pflanze, aus welchen die Pflanze selber sich aufbaut.

Viele und zwar die meisten unserer genießbaren Pflanzen enthalten aber auch noch eine Portion Stickstoff, und obwohl wir wissen, daß die Blätter der Pflanzen Oeffnungen haben, durch welche sie Kohlensäure aus der Luft zu sich nehmen, obwohl nun die Luft zum allergrößten Theil aus Stickstoffgas besteht, so nimmt doch die Pflanze ihren Stickstoff nicht aus der Luft auf, sondern sie bezieht ihn ebenfalls durch die Wurzel und zwar in einer chemischen Verbindung mit Wasserstoff, die man Ammoniak nennt.

Das Ammoniak ist eigentlich ein Gas und es entsteht allenthalben aus thierischen Körpern, die in Verwesung übergehen, und veranlaßt damit den sehr durchdringenden Geruch, der sich hierbei entwickelt. Wasser hat indessen die Eigenschaft, einen außerordentlich großen Theil dieses Gases in sich aufzunehmen, je ein Maß Wasser kann 500 Maße Ammoniakgas aufnehmen, so daß hierdurch die Ammoniakflüssigkeit entsteht, welche in jeder Apotheke zu haben ist.

Der Dünger, der zum großen Theil aus verwesenden Stoffen besteht, entwickelt nun im Boden, mit dem er vermischt worden ist, das Ammoniakgas. Das Regenwasser indessen, das hinzukommt, nimmt dieses Gas in sich auf, und die Wurzeln, die das Wasser in sich aufnehmen, bringen auf diesem Wege den nöthigen Stickstoff in die Pflanze.

XL. Womit und wie man die Pflanzen füttern muß.

Nachdem wir nun gesehen haben, wie die chemischen Stoffe in die Pflanzen hineingelangen, haben wir noch einige andere Stoffe zu betrachten, die gleichfalls Bestandtheile der Pflanzen sind, und dann werden wir sofort auf die eigentlichen Grundsätze der landwirthschaftlichen Chemie in aller Kürze kommen können.

Jedermann weiß, daß wenn man Holz, Stroh oder andre Pflanzenstoffe verbrennt, eine Portion Asche unverbrennlich zurückbleibt. Wo kommt diese Asche her? und woraus besteht diese Asche?

Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff geben keine Asche. Diese Hauptstoffe der Pflanze gehen bei der Verbrennung davon, sie werden alle luftförmig und lassen keinen Rückstand übrig. Die Asche rührt von anderen Stoffen her, die jede Pflanze in sich haben muß, und dies sind einige Erdstoffe, Kalkverbindungen und Salze.

Die hauptsächlichsten Stoffe, die die unverbrennliche Asche bilden, sind: die metallischen Stoffe Kalium, Natrium, Kalk, Magnesia und Eisenoxyd, und hierzu kommen noch Phosphorsäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Kohlensäure und Kieselsäure, die mit den erst genannten Metallstoffen chemische Verbindungen eingegangen sind.

Will man nun wissen, welch' ein Boden für eine bestimmte Pflanze tauglich ist, so muß man nicht nur die Hauptstoffe dieser Pflanze, sondern auch deren Asche untersuchen und sehen, welcher Art diese Asche ist. Die Asche vom Weizen ist durchaus verschieden von Kartoffel-Asche, die Asche des Büchenholzes ist anders als die vom Kiehnholze. Jede Art Pflanze hat eine andere Art Asche, die von anderen Stoffen herrührt, und deshalb hat die landwirthschaftliche Chemie große Sorgfalt auf die Untersuchung der Asche von jeder Pflanze verwendet, und ausführliche Angaben sowohl über die Stoffe, wie über die Menge und Mischung derselben gemacht.

Diese Bestandtheile, deren Stoffe wir oben angegeben haben, sind wirkliche Bestandtheile der Pflanzen und nicht eben diesen zufällig beigemischt. Die genauesten Versuche haben gezeigt, daß man nicht im Stande ist, eine Pflanze auf einem Boden zu ziehen, der wohl Stoffe hat, aus welchen später Asche wird, dem aber grade die Stoffe fehlen, welche in der Asche dieser besonderen Pflanze enthalten sind. Und deshalb wird der Boden des Ackerlandes von dem wissenschaftlich gebildeten Landwirthe stets chemisch untersucht, damit er erfahre, welche Saat er diesem bestimmten Boden anvertrauen kann.

Wir können hier nicht die Art, wie man den Boden chemisch untersucht, angeben. Wir wollen nur soviel sagen, daß es jetzt ausreicht, ein Glas voll Erde aus einem Ackerland zu einem tüchtigen Chemiker zu bringen, um von ihm zu erfahren, welche Pflanze hier gedeihen wird, oder welchen Stoff man künstlich hineinbringen muß in den Boden, um eine gewisse Pflanze mit Erfolg darauf ziehen zu können. — Als Hauptgrundsatz aber steht das Eine fest, daß Asche-Bestandtheile nur durch die Wurzel in die Pflanze gelangen, und da die Wurzel nur Wasser aufnimmt, so

müssen alle die Stoffe, die wir eben als die Asche gebenden angeführt haben, in solcher Verbindung in der Erde vorhanden sein, daß sie sich im Wasser auflösen können.

Nach diesen allgemeinen Grundzügen der landwirthschaftlichen Chemie sind wir im Stande, unsern aufmerksamern Lesern manche Erscheinung in der Landwirthschaft zu erklären, die sonst selbst den Landwirthen, die sie täglich vor sich sehen, ein Räthsel war, und manche von den Arbeiten des Landmannes verständlich zu machen, die der ungebildete Bauer verrichtet, ohne den Nutzen noch den Zweck derselben sich deutlich machen zu können.

Vor Allem pflügt der Landmann den Boden; d. h. er lockert ihn auf und wirft die Schollen um, damit das, was früher auf dem Boden war, jetzt unter denselben kommt, und was unten, jetzt obenauf liege. Zu welchem Zweck geschieht dies? Es geschieht, damit der Regen und der Sauerstoff der Luft tiefer in den Boden eindringe, als es im festen Boden möglich ist. Wenn im Boden feste Stoffe vorhanden sind, die zur Speise der Pflanze, die er säen will, dienen können, so helfen sie dem Landmanne nichts. Die Stoffe müssen ja erst im Wasser aufgelöst sein, ehe sie in die Pflanze eintreten können. Nun haben wir schon am Kohlenstoff gesehen, daß er ein fester Körper ist, so lange er allein bleibt, daß er aber luftförmig wird, sobald er sich mit Sauerstoff verbindet. Befindet sich nun im Boden eines Ackerlandes eine große Masse von Wurzeln vorjähriger Pflanzen, so helfen sie, sobald sie sich nicht schnell im Regenwasser auflösen können, nichts für die Nahrung der neuen Pflanze. Werden aber diese Wurzeln nach oben geworfen, wo Luft und Regen auf sie einwirken, dann gehen sie in Verwesung über oder richtiger, sie verbinden sich meistens mit dem Sauerstoff der Luft und werden dadurch im Wasser löslich, und der nächste Regen,

der über das Feld fällt, wird schon getränkt mit Speisestoffen für die neue Pflanze, und sie gedeiht ungleich besser, als wenn der Boden nicht umgekehrt worden wäre.

Die Hauptsache aber bleibt die Düngung des Feldes und die Bedeutung derselben wollen wir nunmehr kennen lernen.

XLI. Die Düngung des Feldes.

Die wichtigste Aufgabe der landwirthschaftlichen Chemie besteht in der genauen Untersuchung des Düngers, in der Erforschung seiner Bestandtheile und in der fortschreitenden Kenntniß von der Wirksamkeit jedes Theiles des Düngers.

Der Unkundige wird es kaum glauben, wenn wir versichern, daß die weltberühmtesten Chemiker unserer Zeit gerade hierauf ihr Augenmerk gerichtet und in der Untersuchung solcher Stoffe, die gewöhnlich Ekel erregend sind, unermüdliche Thätigkeit entwickelt haben. Dafür aber hat die Landwirthschaft schon so viel gewonnen, daß man weiß, welche Stoffe es sind, die dem Dünger eigentlich seinen Werth verleihen, daß schon einzelne Wirthschaften auf einem wissenschaftlichen Fuße eingerichtet sind und ihre Fruchtbarkeit sich ungemein dadurch gesteigert hat. Ja, man darf hoffen, daß mit der Verbreitung chemischer Kenntnisse und deren Anwendung auf die Landwirthschaft die Fruchtbarkeit unserer Felder stets zunehmen werde.

Der natürliche Dünger besteht aus faulenden Pflanzen und in Fäulniß übergegangenen Thierstoffen. Die abgefallenen Blätter der Bäume, das Kraut vieler Pflanzen und die in der Erde liegenden Wurzeln bestehen aus denselben Stoffen, aus denen die Lebenskraft neue Pflanzen

schaffen kann; aber sie müssen, wie wir bereits wissen, zu diesem Zwecke im Wasser auflöslich, und damit sie das werden, müssen sie in Fäulniß übergegangen sein und sich zu einer schwarzen Masse verwandelt haben, die man Humus nennt. Es wird schon Jedermann beobachtet haben, wie ein Blatt im Herbst, wenn es abgefallen ist, anfängt braun zu werden, endlich schwarz und dann krümlicht wird, so daß es in Staub zerfällt, der vom Regen weggespült und der Erde beigemischt wird. Ganz in derselben Weise geschieht es mit allen Pflanzenresten, und diese Fäulniß, dieses Rückkehren zu den Urstoffen ist die Quelle eines neuen Pflanzenlebens, denn die neue Saat wird von jenen Stoffen der alten Pflanzen gespeist.

Aber Eine Pflanzenspeise ist es, die dem Humus hauptsächlich fehlt, und diese ist darum für uns von großer Wichtigkeit, weil dieser Stoff dem thierischen Leib ganz unumgänglich nöthig ist. Und dieser Stoff ist der Stickstoff. —

Wir haben es bereits erwähnt, daß ein großer Theil der Pflanzen nur aus den drei Stoffen, Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff besteht; dahingegen ist in Thieren und Menschen der Stickstoff ein Hauptbestandtheil, und deshalb haben diejenigen Pflanzen, die auch Stickstoff enthalten, die größte Wichtigkeit für Thiere und Menschen.

Weshalb sättigen Obst- und Gemüse-Arten den Menschen so wenig, und warum muß er zu seiner Hauptnahrung gerade Getreide und Hülsenfrüchte haben? — Es rührt dies daher, daß in Obst- und Gemüse-Arten der Stickstoff meist ganz fehlt, im Getreide und in Hülsenfrüchten aber der Stickstoff in reicherem Maße vorhanden ist. Da aber das Fleisch unseres Leibes stickstoffhaltig ist, so müssen wir, um dasselbe stets neu zu bilden, auch stickstoffhaltige Stoffe genießen. Und daher rührt die Wichtigkeit

der stickstoffhaltigen Pflanzen, deren Erziehung eigentlich die Hauptaufgabe der Landwirthschaft ist.

Soll aber eine stickstoffhaltige Pflanze, soll Getreide oder Hülsenfrucht gedeihen, so muß sie im Boden Stickstoff vorfinden, und dieser ist im Humus, in den verfaulten Pflanzenresten nicht oder in nur geringem Maße vorhanden; er muß vielmehr dem Boden zugebracht werden, und zwar durch in Fäulniß übergegangene Thierstoffe. Und das ist es, was den sonst Ekel erregenden Abgängen von Thieren und Menschen den hohen Werth für die Landwirthschaft verleiht, so daß das, was wir nicht schnell genug aus den Häusern und Städten entfernen können, von den Landwirthen als kostbarer Stoff auf die Felder gebracht wird. —

Der Stickstoff ist in dem Dünger aus Thierabgängen in jener Form vorhanden, die wir bereits erwähnt haben, nämlich in der Verbindung mit Wasserstoff, als Ammoniak. Das Ammoniak, das vom Regenwasser aufgesogen wird, gelangt durch die Wurzel in die Pflanze, und hierdurch bietet der Thier- und Menschendünger in leichter Weise der Pflanze eine Speise dar, die sonst in der Natur zwar sehr reichlich vorhanden ist, aber nicht in der Form, in welcher sie im Wasser sich auflösen kann.

Und hier gerade ist es, wo die wissenschaftliche Landwirthschaft ganz außerordentliche Erfolge erzielt hat. Seit unendlichen Zeiten hat man das Feld gedüngt, aber so lange man nicht wußte, was denn im Dünger so wohlthätig wirkt, hat man den Dünger nicht durch ein anderes Mittel ersetzen können. Die Landwirthe waren genöthigt, stets einen großen Viehstand zu halten, damit sie Dünger für ihre Felder haben, und die Frucht ihrer Felder mußte wiederum dienen, um den Viehstand zu erhalten. — Seitdem man aber weiß, daß es nur hauptsächlich das Ammoniak

ist, das auf die Felder so wohlthätig einwirkt, hat man angefangen, andere Düngmittel zu suchen, die reich an Ammoniak sind, ohne daß sie mit so viel Unbequemlichkeit verbunden sind, wie die Pflege und Verarbeitung des Düngers.

Die gemahlenen Knochen, das Rapsmehl und der geruchlose Guano sind jetzt die Düngmittel in wissenschaftlich getriebenen Landwirthschaften. In England sind diese Düngmittel, die sehr reich an Stickstoff sind, sehr gebräuchlich; in Deutschland zeichnet sich Sachsen dadurch aus, indem daselbst die größeren Wirthschaften schon seit zehn Jahren mit diesen neuen bequemen, keinen Viehstand erfordernden, Mitteln düngen, und nach dem Zeugniß der gebildetsten Sachkenner stets einen steigenden Ertrag in ihrer Erndte erzielen, der bei dem gewöhnlichen Dünger nicht möglich gewesen wäre. —

XLII. Die wissenschaftliche Untersuchung des Düngers.

Aber nicht nur einen Ersatz des gewöhnlichen Düngers wußte die landwirthschaftliche Chemie ausfindig zu machen, sondern sie hat auch eine wissenschaftliche Behandlung des bisherigen Düngers gelehrt, und wenn diese Lehre nur erst wird im Bauernstand um sich gegriffen haben, dann wird die Einnahme des Landmannes sich erhöhen, der Speisestoff billiger werden und auch die Gesundheit der Menschen sich wesentlich verbessern.

Es ist nämlich eine Eigenschaft des natürlichen Düngers, daß er erst dann wirksam auf die Pflanze ist, wenn er in Fäulniß übergegangen ist. Dadurch entsteht dann der widerwärtige Geruch, der die Luft verpestet; denn das

Ammoniak, die eigentliche werthvollste Pflanzenspeise, ist ein Gas, das in der Luft verfliegt. Hierdurch aber entsteht nicht nur oft Erkranken von Thieren und Menschen, besonders in warmer, trockener Jahreszeit, sondern der Dünger verliert dabei seine eigentliche Nährkraft für die Pflanzen und liefert, auf das Feld gebracht, eine nur spärliche Erndte.

Die Bauern haben das unschickliche Sprichwort: „was stinkt, das düngt!“ und freuen sich, wenn der Dünger einen recht stechenden Geruch hat, aber sie wissen nicht, daß dieses üble Sprichwort ihnen auch viel Uebel verursacht und großen Schaden zufügt. Es ist ganz richtig, daß gerade derselbe Stoff, der so eindringlich widerlich im Geruch, das wirkliche Düngmittel ist; aber gerade das, was schon gerochen wird, das ist in die Luft verflogen und düngt nicht mehr. Der übelriechende Dünger verliert mit jedem Augenblick seinen Werth, sein Ammoniak verfliegt und es bleiben nur die Reste übrig, die wohl Asche, aber nicht Nahrung den Pflanzen darbieten.

Die landwirthschaftliche Chemie hat nun ein einfaches Mittel diesen Uebeln abzuhelfen, und es wird dasselbe auch von gebildeten Landwirthen, namentlich in England angewandt, so daß der Dünger dort nicht riecht, aber dafür vortrefflich düngt. Der gebildete Landwirth begießt den Dünger mit Schwefelsäure; dadurch bildet sich das geruchlose schwefelsaure Ammoniak, das als ein chemisches Salz auch in unseren Apotheken zu haben ist. Dieses Salz löst sich mit Leichtigkeit im Wasser auf und liefert den Pflanzen nicht nur eine reichliche Ammoniak-Speise, sondern auch Schwefel, der ebenfalls ein Bestandtheil der nährenden Fruchtarten ist, und hierbei ist außerdem noch der Vortheil, daß durch diese Lösung noch andere Stoffe des Dün-

gers oder des Bodens, die sonst unlöslich bleiben, jetzt sich leichter im Regenwasser auflösen.

Es ist eine wissenschaftlich ganz ausgemachte Thatsache und sie wird von der englischen Landwirthschaft bestätigt, daß durch Aufwand von einem einzigen Groschen für Schwefelsäure, der Dünger um 5 Groschen mehr werth wird, als wenn man ihn ohne Schwefelsäure läßt.

Man sollte kaum glauben, daß solch eine leichte Lehre, gestützt auf gute und gründliche Erfahrungen, so schwer Eingang bei den Bauern finden könne, und doch ist es der Fall. Der ungebildete Bauer ist von einem Eigensinn und Dünkel besessen, der sehr schwer zu bekämpfen ist, der leider aber ihm zum Schaden und der Menschheit zum Nachtheil gereicht.

Aber nicht nur den Eigensinn des Bauern allein haben wir zu beklagen, sondern auch in den Städten ist der Sinn für wissenschaftliche Chemie noch sehr unausgebildet, und gerade in Bezug auf den Dünger sehen wir selbst gebildete Hauswirthe ein Mittel der Chemie verschmähen, das ihr Haus vor verpestendem Geruch bewahren und den Werth ihrer Mistgruben erhöhen kann.

Das Eisenvitriol, eine Verbindung von Eisenoxyd und Schwefelsäure, ist ein vortreffliches Mittel, den Geruch der Abtritte vollkommen zu vernichten. Während die Schwefelsäure nur das Ammoniak geruchlos macht, wird durch das Eisenvitriol auch der weit ekelhaftere Geruch des Schwefelwasserstoffs, der nach faulen Eiern riecht, vernichtet. Hierdurch aber entsteht eine wesentliche Verbesserung des häuslichen Düngers, und die Hauswirthe würden, wenn sie nur die Probe machen wollten, schon die Bauern zur Ueberzeugung bringen, daß der nichtriechende Dünger der bessere ist, weil er seine eigentliche Nährkraft nicht in die Luft sendet, sondern der Pflanze abgiebt. — Die Erfahrungen

haben gelehrt, daß durch solche vernünftige Behandlung des Düngers ein Getreideland nahe um ein Drittel mehr Frucht bringt, und Grasland sogar eine fünfmal bessere Erndte lieferte, als bei gewöhnlichem Dünger.

Freilich giebt es schon gebildete große Gutsbesitzer, die der landwirthschaftlichen Chemie Ehre machen und dabei reichlichen Gewinn erzielen. Sie setzen, wenn nicht Schwefelsäure, so doch wenigstens Gyps zur Düngung, da der Gyps, der eigentlich schwefelsaurer Kalk ist, ähnliche Wirkungen hervorbringt; allein so lange die landwirthschaftliche Chemie nicht bis zu den Bauern hinabdringt, so lange ist ein wesentlicher Gewinn für das gesammte Volk nicht zu erwarten.

Die allgemeine Belehrung des Landvolkes ist daher von der größten Wichtigkeit für die Menschen, und diese Belehrung, die wir hier freilich nur in aller Kürze anführen konnten, ist eben nur durch die Verbreitung chemischer Kenntnisse möglich.

XLIII. Die Entdeckung neuer Stoffe.

Nachdem wir unsern Lesern in das Wesen der neuern landwirthschaftlichen Chemie einen Einblick verschafft haben, werden sie sicherlich den Nutzen der Pflege der organischen Chemie nicht mehr bezweifeln und wir wollen jetzt die zwei andern Hauptaufgaben der Chemie kennen lernen, um auch deren Bedeutung einmal zur allgemeinen Kenntniß zu bringen.

Wir haben bereits erwähnt, daß es die zweite Hauptaufgabe der organischen Chemie ist, aus den Pflanzen- und Thierstoffen, die außerordentlich mannigfaltig sind, neue chemische Stoffe zu entdecken; neue Stoffe, die dann durch

die Kunst und die Wissenschaft für die Menschheit nutzbar gemacht werden können.

Es ist rein unmöglich, die Zahl der neuen Stoffe, die bereits entdeckt sind, auch nur entfernt anzugeben. Wollte man auch nur die Namen all' der Stoffe und ihrer Verbindungen anführen, die seit den letzten Jahren entdeckt worden sind, so würden sie schon in die Tausende hineingehen. Ein Chemiker, der ein Jahrzehnt nicht auf den Fortschritt dieser Wissenschaft geblickt hat, würde erschrekken vor all' dem großen Material, das er plötzlich vorfände und nun zu studiren hätte.

Wir haben schon gesagt, daß die Zahl der neuen Stoffe so groß ist, daß die Sprache verlegen ist, ihnen allen Namen zu geben, und man sich jetzt schon mit sehr künstlichen Mitteln behelfen muß, um die Stoffe ähnlicher Gattung genauer von einander zu unterscheiden.

Als ein kleines Beispiel von vielen unzähligen Beispielen wollen wir Folgendes anführen. Jeder unserer Leser kennt den Steinkohlentheer, mit welchem man die Dorn'schen Dächer oder Holz überzieht, um sie gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen. Aus diesem Theer kann man ein Oel ziehen, wonach ein Stoff übrig bleibt, den man künstlichen Asphalt nennt und der zum Straßenpflaster dient. Aus diesem Theer sind aber noch ganz andere Stoffe gewonnen worden, die selbst dem Namen nach den Lesern unbekannt sein werden. Man gewinnt aus ihm Kyanol, Pyrrol, Leukol, Karbolsäure, Kieselsäure, Brunolsäure, Naphtalin und noch mehrere andere Stoffe. Von diesen Stoffen ist das Naphtalin ein kampferähnlicher Körper, der wieder der Stammvater einer großen Masse neuer Stoffe ist. Durch Einwirkung von Salpetersäure gewinnt man aus dem Naphtalin eine große Reihe neuer Stoffe, die in ihrer Wirkung und Natur sehr verschieden sind und

aus deren Reihe wir nur folgende hervorheben: Nitro-Naphtalase, Nitro-Naphtalese, Nitro-Naphtaleise, Nitro-Naphtalise, Nitro-Naphtale, Nitro-Naphtalesinsäure, Nitro-Naphtaleseinsäure, Nitro-Naphtalisinsäure, Photelsäure, Photalmide u. s. w. — In Verbindung mit Chlor macht das Naphtalin nochmals die Reihe der Verwandlungen zu einem Dutzend neuer Stoffe durch, und jedem dieser Stoffe steht noch das Schicksal bevor, ein Stammstoff für viele Dutzend anderer neuer Stoffe zu werden.

Es läßt sich voraussehen, daß das Gebiet der Entdeckungen neuer Stoffe ganz unbegrenzt ist und es nicht nur an Worten, sondern bald an Vokalen fehlen wird, um jedem neuen Stoff, der in der Zukunft noch entdeckt wird, seinen Namen zu geben. — Diese Mannigfaltigkeit aber herrscht nur in der organischen Natur, obwohl sie meisthin nur aus den vier Urstoffen besteht, mit welchen wir unsern Abschnitt begonnen haben, aus Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff.

Freilich könnte man fragen: welchen Nutzen gewähren diese neuen Stoffe? Wie viele von ihnen wußte man schon zum Wohl der Menschheit zu verwenden? Was kümmert es uns, wenn die neuen Stoffe die Laboratorien der Chemiker füllen, sobald sie noch nicht für gewisse Zwecke brauchbar geworden sind?

Allein jeder Einsichtige wird hierauf antworten, daß erstens viele neue Stoffe wirklich Verwendungen gefunden haben, in denen kein andrer Stoff sie ersetzen kann. Wir haben beispielsweise schon einen neuen Stoff, die Pyro-Gallussäure angeführt, die schon längere Zeit bekannt, aber nicht nutzbar gemacht worden war, bis man vor noch nicht zwei Jahren ihren unvergleichlichen Nutzen für die Photographie erkannte. Wir haben schon gesagt, daß sie so werthvoll für die Photographie ist, daß dieser Stoff

fast fünfmal theurer ist als Silber. Auch das Jod war seiner Zeit ein neuer Stoff, den man nicht zu verwenden wußte, und jetzt ist seine Verwendung so bedeutend, daß er von Jahr zu Jahr theurer wird. — Ganz in derselben Weise wird es auch mit vielen anderen nenen Stoffen gehen, wenn man nur ihre Eigenschaften wird genauer kennen lernen. Ja, man kann mit Sicherheit sagen, daß mancher neue Stoff, der jetzt nur der Merkwürdigkeit wegen und des wissenschaftlichen Interesses halber in den chemischen Werkstätten des Gelehrten hergestellt wird, ein Fabrikationszweig zu werden bestimmt ist, der viele hundert Menschenhände beschäftigen, viele Familien ernähren wird. —

Wir haben schon bei der landwirthschaftlichen Chemie gesehen, daß die Praxis sich noch nicht der Vortheile der neuen Entdeckungen zu bemächtigen versteht; wir können dies in weit, weit größerem Maße von der Entdeckung neuer Stoffe sagen. Die Aufgabe der Chemiker ist es, diese zu finden, und sie arbeiten rüstig daran; sie nutzbar zu machen, ist Aufgabe der Welt der Arbeiter, der Künstler, der Technologen, der Polytechniker, und diese — das müssen wir sagen — halten in ihren Fortschritten, die wahrlich bedeutend sind, mit der chemischen Wissenschaft nicht gleichen Schritt. —

Darum aber gebührt der chemischen Wissenschaft die Ehre und besondere Vorliebe des Volkes.

XLIV. Die freiwilligen Veränderungen der Pflanzenstoffe.

Die interessanteste Aufgabe der organischen Chemie, die wir unsern Lesern noch vorführen wollten, ist die

Beobachtung, die Erforschung und die Anordnung der freiwilligen Veränderungen, welche hauptsächlich die Pflanzenstoffe annehmen, wenn sie verschiedenen Einflüssen ausgesetzt sind.

Um dies deutlicher zu machen, wollen wir die bekannte Thatsache anführen, daß es viele Früchte giebt, die ihre Beschaffenheit bedeutend verändern, wenn man sie ruhig liegen läßt. Viele Aepfelsorten, die in frischem Zustande sauer und hart sind, werden erst genießbar, wenn sie einige Monate gelagert haben. Man sollte kaum glauben, daß dies auch Chemie ist, aber es ist in Wirklichkeit ein chemischer Vorgang, der in dem Apfel stattfindet. Mohrrüben werden, wenn sie lange liegen, holzig, das ist auch ein chemischer Vorgang, denn es ist ja die Umwandlung eines Stoffes in einen andern. Mit den Kartoffeln geht gleichfalls eine wichtige Umwandlung vor, wenn man sie liegen läßt. Wir wollen diese freiwilligen Verwandlungen einmal näher kennen lernen, denn wir werden später sehen, welch' wichtige Resultate man daraus zieht.

Die Kartoffeln haben einen Hauptbestandtheil von Stärkemehl, welches eigentlich der Kartoffel ihren Werth giebt; aber sie hat nicht zu allen Zeiten einen gleichen Reichthum davon. Hundert Pfund Kartoffeln haben im August zehn Pfund Stärkemehl in sich, im September steigt der Mehlgehalt und 100 Pfund von derselben Kartoffelsorte haben in diesem Monat schon 14 Pfund Stärkemehl in sich. Im Oktober wird die Kartoffel noch besser; 100 Pfund Kartoffeln enthalten dann 15 Pfund Stärke; im November hat sie 16 Pfund, im Dezember 17 Pfund; im Januar 17 Pfund; im Februar 16 Pfund; im März 15 Pfund; im April 13 Pfund; im Mai 10 Pfd. Im Juni und Juli werden sie weich, schleimig und süß von

Geschmack. Ja, schon im Frühjahr fangen sie an, Wurzeln auszustecken und werden bartig oder richtiger auswüchsig.

Das Alles sind chemische Veränderungen des Inhalts der Kartoffeln, und dies wird nun Jedermann zur Ueberzeugung bringen, daß in den Pflanzenstoffen etwas ganz Eigenes vorgeht, selbst wenn man mit ihnen nichts vornimmt und sie scheinbar ganz ruhig liegen bleiben.

Dies alles zu beobachten, ist die interessante Aufgabe der Chemiker; aber das Interessante ihrer Aufgabe wird von dem Nutzen weit überwogen, den uns ihre Erforschungen dieser Thatsachen bringen.

Der Chemiker zerlegt nicht nur jede Pflanze und jede Frucht und lernt dadurch, woraus die Natur diese Dinge aufgebaut hat, sondern er erforscht auch die Veränderungen, welche mit der Pflanze oder deren einzelnen Theilen oder Früchten vorgehn, wenn man sie sich selber überläßt, wenn man sie im Wasser weicht, wenn man sie der Wärme aussetzt, wenn man sie dem Licht ausstellt oder sie im Finstern läßt, wenn man sie mit andern Stoffen in Berührung oder Mischung bringt. Mit einem Worte: der Chemiker studirt auf's Fleißigste die große Reihe von freiwilligen und künstlichen Umwandlungen, die ein Pflanzenstoff durchmacht vom Augenblicke an, wo man ihn von der Wurzel abschneidet, bis zu dem Moment, wo er ganz zerfallen und wieder in die Urstoffe verwandelt ist, aus denen er einst von der Natur aufgebaut worden.

All' das, was man im gewöhnlichen Leben: Brennen, Sengen, Verkohlen, Modern, Faulen, Verwesen, Gähren, Gerinnen, Dumpfigwerden, Schalwerden, Sauerwerden, Verbleichen, Verschießen und Zerfallen nennt, das Alles sind chemische Veränderungen der organischen Stoffe, deren Kenntniß von der größten Wichtigkeit ist; denn nur durch diese Vorgänge, die theils freiwillig, theils künstlich ein-

treten, erhält man Veränderungen der Pflanzenstoffe, aus denen die nützlichsten Dinge der Welt gemacht werden.

Um die Wichtigkeit dieser Vorgänge, deren Studium und Anwendung für praktische Zwecke zu zeigen, wollen wir wieder die Kartoffel als Beispiel nehmen und einmal in aller Kürze zeigen, wie und auf welchem Wege man durch solche Veränderungen aus der Kartoffel Mehl machen kann; aus dem Mehl Gummi; aus dem Gummi Dextrin; aus dem Dextrin Zucker; aus dem Zucker Spiritus; aus dem Spiritus Essig. Unsere Leser werden hieraus ersehen, wie viel Brauer, Brenner und Fabrikanten der verschiedensten Zweige, wie viel überhaupt die Welt, die Fabrikate der Art benutzt, der Chemie zu verdanken hat.

Wenn wir aber versichern, daß all' die Veränderungen und deren Studium noch geringfügig genannt werden dürfen gegenüber den praktischen Folgen der chemischen Studien im Ganzen, so wird es Jedermann einleuchten, daß die Chemie zu den Wissenschaften gehört, die Niemandem in der Welt mehr unbekannt sein dürfen, der auf einen, wenn auch nur geringen Grad der Bildung Anspruch machen will.

XLV. Die Verwandlungen einer Kartoffel in Mehl und Stärke.

Um die Verwandlungen kennen zu lernen, welche die chemische Kunst durch geeignete Behandlung der Pflanzen hervorzubringen vermag, wollen wir nunmehr die Verwandlungen der bei uns so wichtig gewordenen Kartoffel, aus der man fast Alles machen kann, vorführen.

Einige kleine Versuche, die man sehr leicht selbst an-

stellen kann, werden unsern Lesern hoffentlich willkommen sein. —

Man schneide einige abgeschälte rohe Kartoffeln in dünnen Scheiben und übergieße sie mit Wasser, in welches man etwas Schwefelsäure gemischt hat. Das Wasser braucht nur schwach angesäuert zu sein, so daß auf ein Loth Wasser vier Tropfen Schwefelsäure vollkommen ausreichen.

Läßt man die Kartoffelscheiben durch 24 Stunden in diesem angesäuerten Wasser stehen, so ist mit ihnen eine chemische Verwandlung vorgegangen, die wir sogleich kennen lernen werden. Man gieße jetzt das gesäuerte Wasser ab und spüle die Kartoffelscheiben mit reinem Wasser so lange, bis jede Spur von Säure verschwunden ist. Läßt man nun die Kartoffelscheiben in einer mäßig warmen Ofenröhre vollkommen abtrocknen, so sind die Kartoffelscheiben zerreiblich geworden und bilden das bekannte Kartoffelmehl.

Die Kartoffel wird in dieser Weise in Mehl verwandelt. Aus einer Berechnung des verdienstvollen Naturforschers Professor Magnus in Berlin folgt zwar, daß eine solche Umwandlung als Gewerbe im Großen nicht lohnend ist; jedoch in kleinen Wirthschaften, wo man dergleichen als Nebenbeschäftigung treiben kann, wird diese Operation vielfach vorgenommen, und man verdankt derselben das für Backwerke und in Haushaltungen sehr beliebte Kartoffelmehl, das man in den Mehlhandlungen käuflich haben kann.

Die Verwandlung, die hier mit der Kartoffel vor sich gegangen ist, besteht darin, daß sowohl das Pflanzen-Eiweiß der Kartoffel wie die Pflanzenfaser und ein Farbestoff, den sie enthält, im angesäuerten Wasser aufgelöst worden sind. Da man nun dies Wasser fortgespült hat, so blieb von der Kartoffel nur ihr werthvoller Hauptbestandtheil, das Stärkemehl, übrig.

Was dieses Mehl von Weizenmehl unterscheidet, ist, daß im Weizenmehl ein großer Reichthum von Kleber vorhanden ist, einem nahrhaften klebrigen Stoff, der mit dem Eiweiß in seiner Zusammensetzung vollkommen übereinstimmt, weshalb sich auch Weizenmehl klümperig, während sich das Kartoffelmehl trockenstaubig anfühlt.

Durch geeignete Behandlung verwandelt man das Kartoffelmehl in die gewöhnliche Stärke, die man zur Wäsche benutzt. Angefeuchtet und unter stetem Umrühren gelind erhitzt, erhält man aus der Stärke harte hornartige Krümelchen, die man Sago nennt, weil sie die größte Aehnlichkeit mit der echten Sago haben, welche aus Stärkemehl bereitet wird, das sich im Marke mancher Palmbäume Indiens befindet. Die unechte Sago schwillt wie die echte mit kochendem Wasser übergossen auf und bildet glasartige weiche Kügelchen, die ein beliebter Zusatz zur Fleischbrühe sind.

Daß man aus der Stärke Kleister bereitet, weiß jede Hausfrau. Hierbei saugen die Stärkekörnchen das heiße Wasser ein und schwellen auf; weniger bekannt dürfte es den Hausfrauen sein, daß unser Reis und Gries ihr Aufschwellen und Kleistrigwerden während des Kochens gleichfalls nur der Stärke verdanken, welche in diesen Speisestoffen vorhanden ist.

Eine bedeutende chemische Veränderung geht in dem Kleister vor sich, wenn man ihn längere Zeit an einem warmen Orte stehen läßt. Er wird nach und nach dünn und sauer und bildet endlich eine Säure in sich aus, die man Milchsäure nennt, denn es ist dieselbe Säure, welche sich beim Sauerwerden der Milch erzeugt. — Auf chemischem Wege kann man die Milchsäure herausziehen und in einen festen Körper verwandeln und in Verbindung mit andern Stoffen eine große Reihe chemischer Körper aus ihr bilden.

Nicht minder läßt sich die Stärke auf verschiedene Weise in einen andern Körper verwandeln und zwar zunächst in Gummi.

Erhitzt man etwas Stärke in einem Blechlöffel, während man stets umrührt, damit die Stärke nicht anbackt oder anbrennt, so verwandelt sie sich in Gummi, dessen Verwendung zu vielen Zwecken, namentlich als Verbindungs- und Klebemittel bekannt genug ist. Sie nimmt hierbei eine Eigenschaft an, die sie früher nicht hatte. Während die Stärke in kaltem Wasser sich nicht auflöste, löst sich der Gummi vollkommen darin auf, und man sieht hieraus, wie die Wärme allein die Eigenschaft eines Körpers vollständig umkehren und aus einem Stoffe einen ganz andern zu machen vermag.

Wir haben all' die bisherigen Verwandlungen nur angeführt, um vorerst die reichhaltigen Veränderungen zu zeigen, die der Hauptstoff der Kartoffel, das Stärkemehl, erleiden kann; wir wollen aber jetzt zu dem interessanteren Theil der Veränderungen übergehen und zwar zur Verwandlung der Stärke in Zucker.

XLVI. Die Verwandlung der Kartoffel in Zucker.

Die Verwandlung der Kartoffelstärke in Zucker ist eben so interessant wie lehrreich.

Man kann diese Verwandlung sehr leicht vollbringen und zwar in folgender Weise:

Man lasse circa fünf Loth Wasser, in welches man zwanzig Tropfen Schwefelsäure gegossen hat, lebhaft kochen, und schütte theelöffelweise während des Kochens etwa zwei Loth Stärke hinein, die man mit wenig kaltem Wasser zu einem Brei angerührt hat. Das Einschütten des Stärke-

breies muß so geschehen, daß hierbei das Sauerwasser nicht aus dem Kochen kommt. Wenn alle Stärke eingeschüttet ist, so lasse man die Mischung noch einige Minuten aufkochen. Nunmehr nehme man sie vom Feuer und schütte in kleinen Portionen Schlemmkreide hinein, bis jede Spur von Säure in der Flüssigkeit geschwunden ist. —

Ist dies der Fall, dann filtrire man die Mischung und koche die klare Flüssigkeit so lange, bis sie stark eindampft. Man wird nun finden, das aus der Flüssigkeit Syrup geworden ist.

Durch ein geeignetes Verfahren, das man im Kleinen nicht gut nachmachen kann, ist man im Stande, den braunen Syrup in Kandiszucker, in gelben Kochzucker und weißen Stückenzucker zu verwandeln. Die Darstellung des Zuckers aus Stärke geschieht in großen Fabriken und bildet jetzt einen großen Nahrungszweig für viele Menschen.

Das Interessante dieses Versuches ist außerordentlich lehrreich.

Untersucht man den Zucker oder den Syrup, so findet man in ihm weder Schwefelsäure noch Kreide. Beide Stoffe, Schwefelsäure und Kreide, sind nämlich beim Filtriren in dem Bodensatz zurückgeblieben. Beide Stoffe haben ihre Dienste geleistet und haben mit dem Syrup und Zucker nichts mehr zu thun. Worin aber diese Dienste bestanden haben, das ist eben die Frage, die sich die Wissenschaft zu stellen hat und welche wir nunmehr beantworten müssen.

Die Stärke sowohl wie der Zucker sind organische Stoffe, die beide ein und dieselben Bestandtheile haben. Stärke besteht aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, und Zucker besteht gleichfalls aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff. Aber nicht nur ihre Bestandtheile sind ganz gleich, sondern sie haben von jedem dieser Stoffe

auch gleiche Portionen. Genau so viel Sauerstoff und Wasserstoff und Kohlenstoff in einem Pfund Zucker steckt, ganz genau eben so viel Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff stecken in einem Pfund Stärke.

Warum aber bilden diese Stoffe in dem einen Fall Stärke und weshalb bilden eben dieselben Stoffe in ganz gleichem Mengen-Verhältniß in dem andern Fall Zucker?

Man kann sich dies nicht anders erklären, als daß man annimmt, daß in der Stärke diese Stoffe anders zu einander gelagert sind, als in dem Zucker. In der Stärke kann beispielsweise immer ein Atom Wasserstoff in der Mitte zwischen einem Atom Sauerstoff und einem Atom Kohlenstoff liegen, während im Zucker immer ein Atom Sauerstoff oder Stickstoff die Mitte zwischen den beiden andern Stoffen einnimmt. Die Verschiedenheit, wie diese Stoffe zu einander gelagert sind, bringt eine Verschiedenheit der Dinge hervor. In der einen Art der Lagerung bekommt die chemische Verbindung der Stoffe alle Merkmale und Eigenschaften der Stärke, in der andern Art erhalten die verbundenen Stoffe die Merkmale und Eigenschaften des Zuckers.

Zwar läßt kein noch so starkes Vergrößerungsglas, kein noch so kräftiges Mikroskop irgend wie diese Lagerung der Atome oder die Atome selber erkennen; allein es sind die wichtigsten und sprechendsten Anzeichen vorhanden, daß diese verschiedene Lagerung der Atome überhaupt die Verschiedenheit aller Körper von gleichen Bestandtheilen ausmacht, wenigstens steht so viel fest, daß diese Annahme die genügendsten Aufklärungen über eine große Reihe chemischer Räthsel giebt.

In diesem Sinne kann man sagen: Stärke und Zucker sind eins und dasselbe; in der Stärke liegen nur die Bestandtheile etwas anders geordnet, als im Zucker. —

Ist dies aber richtig — und hierfür sprechen außer-

ordentlich viel Thatsachen — so erklärt man sich die Einwirkung der Schwefelsäure auf die Stärke dahin, daß die Schwefelsäure die Eigenschaft besitzt, die Bestandtheile der Stärke anders zu lagern, anders zu ordnen, und zwar in jener Weise zu ordnen, wonach dieselben Stoffe sich zu Zucker umbilden.

Freilich ist dies eine Erklärung, für die nur die Erfahrung spricht; die Wissenschaft gesteht selber, daß sie das, was eigentlich in der Stärke vorgeht, wenn zu ihr Schwefelsäure kommt, noch nicht kennt. Sie sieht und benutzt die Wirkung, ohne das Geheimniß derselben bisher völlig erforscht zu haben. — Aber so viel steht fest, daß es die Schwefelsäure ist, deren Gegenwart so wirkt, und daß eigentlich die Stärke schon Zucker geworden war, noch ehe man die Kreide hineingethan hatte.

Was für eine Rolle aber spielte hierbei die Kreide?

Die Kreide sollte, wie wir sogleich zeigen werden, nur die Schwefelsäure, die ihren Dienst geleistet hatte, einfangen, um mit der Kreide aus der Mischung hinausgeworfen werden zu können.

XLVII. Die Dienste der Schwefelsäure oder des Malzes.

Die Rolle, die die Kreide in dem im vorhergehenden Abschnitt erwähnten Versuch spielt, läßt sich leicht einsehen, wenn man der eigentlichen Bestandtheile der Kreide sich erinnert, die wir bereits erwähnt haben.

Wie wir bereits gezeigt, verwandelt sich Kalkwasser schon in Kreidewasser, sobald man durch ein Glasrohr hineinbläst. Die Kohlensäure, die wir ausathmen, hat eine

Neigung, sich mit Kalk zu verbinden und kohlensauren Kalk zu bilden. Kreide aber ist nichts anderes als kohlensaurer Kalk. Es hat aber der Kalk eine noch weit größere Neigung, sich mit Schwefelsäure zu verbinden. Wenn man also auf kohlensauren Kalk, auf Kreide, etwas Schwefelsäure gießt, so verdrängt die Schwefelsäure die Kohlensäure aus der Kreide und setzt sich an deren Stelle. Man braucht nur ein Stückchen Kreide in ein Glas Wasser zu werfen, worin ein wenig Schwefelsäure ist, so wird man sofort wahrnehmen, daß von der Kreide aus ein Aufbrausen stattfindet. Es ist dies das Aufsteigen der Kohlensäure aus der Kreide, an deren Stelle der Kalk sich mit Schwefelsäure sättigt und nun einen neuen Körper bildet, der wissenschaftlich schwefelsaurer Kalk heißt und im gewöhnlichen Leben Gyps genannt wird.

Indem wir nun in die im vorigen Abschnitte erwähnte Lösung Kreide hineingebracht haben, haben wir weiter nichts damit bezweckt, als daß wir die in der Flüssigkeit enthaltene Schwefelsäure, die ihre Dienste geleistet hatte, zu fesseln suchten und sie zwangen, Gyps zu bilden, der zu Boden sinkt, und indem wir die Flüssigkeit filtrirt und vom Gyps gereinigt haben, sind wir im Stande gewesen, die Schwefelsäure aus der Flüssigkeit hinauszuwerfen.

Die genaueste Untersuchung zeigt nun, daß weder eine Spur von Kreide, noch von Schwefelsäure in der Syruplösung, die wir gewonnen haben, zurückgeblieben ist; es hat sich also, wie wir bereits gesagt, Stärke in Zucker umgewandelt, ohne daß ein neuer Stoff dazugetreten war. Zucker also ist verwandelte Stärke.

Wir werden sofort zeigen, daß man Zucker noch weiter verwandeln und ein ganz anderes Ding daraus ziehen kann, nämlich Spiritus, der auch Weingeist oder Alkohol genannt wird, und der bekanntlich nicht die mindeste Aehn-

lichkeit mit Zucker hat. Ein Glas Zuckerwasser ist ein unschuldiges Getränk, und ein Glas Branntwein hat schon Manchen in's Unglück gebracht und doch ist jeder Branntwein einmal Zucker gewesen und ist nur aus dem Zucker entstanden.

Bevor wir aber zeigen, wie das geschieht und was hierbei vorgeht, wollen wir nur noch eine wichtige Nebenbetrachtung anstellen.

Wir haben bereits angeführt, wie die Schwefelsäure das Kunststück versteht, daß ihre bloße Gegenwart die Stärke in Zucker umwandelt; wir müssen jetzt sagen, daß es noch einen Stoff giebt, der dies Kunststück kann, ja noch besser als die Schwefelsäure versteht, und das ist jede im Auswachsen begriffene Getreideart, die man Malz nennt, und namentlich das Gerstenmalz.

Wie wir bereits gezeigt haben, kann man Gerste, die man mit Wasser übergießt und an einen warmen Ort stellt, zum Keimen und Wachsen bringen. Es bekommt jedes Gerstenkorn einen Halm und kleine Wurzeln, ganz so, als ob man es in Erde eingepflanzt hätte. Trocknet man die Gerste in diesem Zustande, so erhält man das Malz der Bierbrauer. Uebergießt man nun dieses Malz, das man ein wenig zerstampft, mit etwas warmem Wasser, so zieht das Wasser einen Stoff aus dem Malz, den man Diastase nennt, und diese Diastase versteht dasselbe Kunststück wie die Schwefelsäure; es verwandelt sich in ihrer Berührung die Stärke in Zucker. — Man kann sich diesen Vorgang auch nicht anders erklären, als den bei der Schwefelsäure, daß nämlich die Diastase so auf die Stärke einwirkt, daß ihre Atome sich anders und zwar so lagern, wie sie im Zucker gelagert sind, und folglich aus Stärke Zucker wird.

Hierdurch wird uns nicht nur mancher chemische Vor-

gang der Brauerei erklärt, in welcher das Bier süß wird, ohne daß der Brauer Zucker zuthut, sondern man erhält auch einen Einblick in die Veränderungen, die sich beim Wachsthum der Pflanzen zeigen.

Ein Gerstenkorn ist, wie wir bereits gesagt, die Muttermilch des künftigen Gerstenhälmchens; aber ganz wie die Muttermilch einen großen Reichthum an Zucker hat, weil das junge Kind viel Zucker genießen muß, ganz so wie die Natur das Blut der Mutter in der Mutterbrust in die zuckerreiche Milch umwandelt, um sie für den Säugling gedeihlich zu machen, ganz eben so sorgt sie für das junge Pflänzchen. Ein Getreidekorn, ein Gerstenkorn verwandelt sich in der Erde in Malz. Die Feuchtigkeit, die hinzutritt, bildet in dem Korn die Diastase aus, und diese Diastase macht aus dem Stärkemehl des Gerstenkornes einen Zucker, der sich im Wasser auflöst, und die junge Pflanze wird wie ein junges Kind mit Zuckersaft gespeist. — Daher rührt der süße Geschmack der jungen Getreidehalme und namentlich der jungen Gerste.

Was wir im Großen in Zuckerfabriken treiben, treibt die Natur in der Mutterbrust und im kleinen Samenkorn. Sie treibt es freilich im Kleinen, und doch — wer möchte dies nicht einsehen — so großartig und erhaben, wie keine Menschenkunst es vermag.

XLVIII. Kann man nicht aus Holz Zucker machen?

Bevor wir nun zeigen, wie man Zucker in Spiritus umwandeln kann, haben wir eine kleine Betrachtung unsern Lesern vorzuführen, die zwar augenblicklich für die Praxis von keiner Bedeutung ist, die aber zeigen wird, welche

Zukunft uns noch bevorsteht, wenn die herrliche Wissenschaft der Chemie noch weitere Fortschritte macht als bisher.

Wir haben gesehen, daß man aus Stärke Zucker macht. Wir wissen, daß dies Kunststück von der Schwefelsäure und von dem Malzauszug, den wir Diastase nennen, vollbracht werden kann; wir erinnern daran, daß gefrorne Aepfel und namentlich gefrorne Kartoffeln ebenfalls süß zu schmecken anfangen und zuckerreich werden; und bei all' dem wissen wir, wie dies daher rührt, daß die Bestandtheile der Stärke, daß der Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff auch grade die Bestandtheile des Zuckers sind und nur umgelagert zu werden brauchen, um vollständigen Zucker zu bilden.

Wie aber, möchte man fragen, giebt es nicht noch dergleichen Stoffe, die ganz gleiche Bestandtheile wie der Zukker haben? Hat nur die Stärke diesen Vortheil, dem Zukker gleich zu sein oder kennt man noch andere Dinge, die dieses Vorzuges genießen? Und ist dem etwa so, kann man auch aus solchen Dingen Zucker machen?

Man braucht nicht weit herumzusuchen, um einen solchen Stoff zu finden.

Die genaueste Untersuchung über die Menge von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, die im Zucker und in der Stärke ist, hat ergeben, daß auch Holz, jede Art von Holz, die gleiche Menge dieser Grundstoffe in gleichem Verhältniß besitzt. Ein Pfund Holz hat netto so viel Sauerstoff und so viel Wasserstoff und so viel Kohlenstoff, als ein Pfund Zucker oder Stärke.

Kann man aber auch aus Holz Zucker machen?

Die Frage klingt gewiß Vielen komisch, fast lächerlich; aber sie ist für die Wissenschaft vollkommen Ernst, und ganz bedeutungsvoller Ernst, wie wir sogleich zeigen werden.

Um hier darzulegen, welche Antwort die Wissenschaft

hierauf giebt, müssen wir sagen, was denn eigentlich im wissenschaftlichen Sinne Holz genannt wird.

Das Holz, das wir jeder Art von Bäumen abhauen, besteht aus mehr oder minder saftreichen Pflanzenzellen, von denen wir bereits gesprochen haben. Im chemischen Sinne versteht man unter Holz jene Masse, die übrig bleibt, wenn man allen Saft der Zellen daraus entfernt und also nichts übrig läßt, als die Wand der Zelle, in welcher ehemals der Saft war. Ein vollkommen in diesem Sinne ausgetrocknetes Stück Holz besteht aus nichts weiter, als aus Zellenwänden der ehemaligen Pflanze, und so wenig man im gewöhnlichen Leben daran denkt, so wahr ist es doch, daß viele Dinge, die man gar nicht als Holz ansieht, dennoch Holz sind.

Wir tragen Hemden aus Leinewand. Woher kommt aber die Leinemand? Sie wird aus Holz gemacht, aus dem Holz einer Pflanze, deren Zellen bastartig langgestreckt sind, und nach dem Trocknen, Brechen und Hecheln zu Flachs werden. Wir kleiden uns in Baumwolle; aber auch sie ist nichts anderes, als die hohlen Haare einer Pflanze, die ihren reifen Saamen umgeben, und diese Haare sind gleichfalls nur Pflanzenzellen, die in die Länge gestreckt sind. Wir tragen Strohhüte und wissen, daß das Stroh ebenfalls nur aus langgestreckten Pflanzenzellen besteht. Wir schreiben und drucken auf Papier, das wiederum nur aus zerfaserten Pflanzenzellen hergestellt wird. Mit einem Worte, das Holz oder die Pflanzenzelle, und namentlich die gefaserte Pflanzenzelle, spielt eine größere Rolle in der Welt, als wir im ersten Augenblick glauben mögen.

Und alle diese Dinge, die nichts anderes als Holz sind und wissenschaftlich Pflanzenfaser oder Cellulose genannt werden, sind zusammengesetzt aus ganz denselben

Mengen von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, wie Stärke und Zucker.

Hat man es nun schon so weit gebracht, auch aus diesen Stoffen Zucker zu machen?

Die Wissenschaft hat es nicht unterlassen, den Versuch zu machen und hat es wirklich zum Theil erreicht. Man kann eine Art halbfertigen Zucker daraus machen.

Man muß es nämlich wissen, daß die Verwandlung von Stärke in Zucker nicht unmittelbar vor sich geht, sondern daß es eine Zwischenzeit giebt, wo die Stärke zwar nicht mehr Stärke, aber noch immer nicht Zucker geworden ist. In dieser Zwischenzeit der Verwandlung ist aus der Stärke ein Stoff geworden, der im Leben unbekannt ist und der Dextrin heißt; erst aus dem Dextrin wird Zucker. —

Ganz ähnlich nun, wie man Stärke in Dextrin verwandeln kann, kann man auch wirklich alte Leinwand oder Papier, also im wahren Sinne des Wortes, Holz in Dextrin verwandeln, und zwar ebenfalls durch Schwefelsäure, in weiterer Behandlung ist es auch gelungen, eine Art Syrup hieraus zu machen, bei dem sich die merkwürdige Erscheinung zeigt, daß man dem Gewichte nach mehr Syrup erhält, als man Leinwand und Papier dazu genommen hat. —

Wir erwähnen dieses Falles nur, um zu zeigen, welche Aufgaben die Chemie sich stellt, und daß man es nicht belächeln soll, wenn man hört, daß die Chemie noch möglicherweise aus einem Haufen Holz so und so viel Zentner nahrhafter menschlicher Speise machen wird. — Unsere Kinder werden vielleicht Holz-Zucker ebenso natürlich finden, wie wir jetzt Holz-Essig natürlich finden, ohne zu bedenken, daß unsere Vorfahren dies für Zauber oder Tollheit erklärt hätten.

XLIX. Die Verwandlung des Zuckers durch Gährung.

Zur Verwandlung des Zuckers in Spiritus, oder richtiger ausgedrückt, in Weingeist oder Alkohol, ist es nöthig, daß man dem Zucker einen Stoff zuthut, der eine Gährung desselben veranlaßt.

Man kann die Gährung durch verschiedene Stoffe hervorrufen. Eiweiß und alle eiweißhaltigen Stoffe, wie Fleisch, Leim, Käse, Blut und eben so alle Pflanzenstoffe, welche Pflanzen-Eiweiß, Kleber in sich haben, können Gährung hervorbringen, wenn sie längere Zeit in der Luft gelegen und angefangen haben, in Fäulniß überzugehen; vorzüglich aber versteht dies die Bierhefe, die man bekanntlich benutzt, um Teig aufgehen oder gähren zu lassen.

Durch Bierhefe kann auch Zuckerwasser, und noch besser, Honigwasser oder sonst der zuckerreiche Saft verschiedener Pflanzen, wie der Saft der Mohrrüben oder der Runkelrüben, in Gährung versetzt und dadurch in Alkohol verwandelt werden.

Was aber ist Hefe und was ist Gährung, und wie ist die sonderbare Wirkung dieses Stoffes?

So einfach diese Fragen sind, so schwierig ist es, sie wissenschaftlich zu beantworten. — Es ist der Wissenschaft noch nicht gelungen, eine vollkommene Beantwortung derselben ausfindig zu machen, obwohl die zahlreichsten und lehrreichsten Versuche damit angestellt worden sind.

Was man von dem merkwürdigen Stoffe weiß, ist Folgendes:

Wenn man in Zuckerwasser einen jener Stoffe bringt, die wir als eiweißhaltige bezeichnet haben, also etwa in Fäulniß übergehenden Leim oder Käse, und damit einige Zeit stehen läßt, so fängt die Mischung an, sich zu trüben und es bilden sich in ihr kleine, mit bloßem Auge nicht

sichtbare hohle Kügelchen, die die Gestalt von Eiern haben. Bringt man die Mischung in ein kaltes Zimmer, wo es zwar nicht friert, aber auch nicht über 6—8 Grad warm ist, so geht diese Trübung und Bildung von Kügelchen sehr langsam vor sich und nach und nach sinken die Kügelchen auf den Boden des Gefäßes, woselbst sie Hefe und zwar Unterhefe bilden. Hält man aber die Mischung in einem warmen Zimmer, wo die Luft gegen 20 Grad Wärme hat, dann steigen die Kügelchen nach oben und bilden die sogenannte Oberhefe.

Wenn man mit einer Nadelspitze ein wenig von dieser Hefe nimmt und sie in einen Tropfen Wasser bringt, in welchem man hat Gerste keimen lassen, so kann man diesen Tropfen unter einem Mikroskop beobachten und die Entwicklung der Hefe, das Wachsen derselben deutlich wahrnehmen. Nehmen wir an, daß man nur ein einziges Hefenkügelchen vor sich hat, so kann man das eine Mutterzelle nennen. Denn in der That ist das Kügelchen hohl und bildet eine geschlossene Zelle, in welcher eine Flüssigkeit vorhanden ist. — Bald aber gebiert diese Mutterzelle junge Zellen und zwar durch Knospung, d. h. es zeigt sich außen an der Wand der Zelle an irgend einer Stelle ein Pünktchen, das immer größer wird und sich sodann zu einer neuen Zelle gestaltet. Diese Tochterzelle gebiert nun in gleicher Weise eine Enkelzelle; und meist um die Zeit, wo der Enkel geboren wird, gebiert die Mutterzelle noch eine zweite Tochterzelle, aus welcher wieder Enkel hervorgehen. Bald fangen auch die Enkel an, neue Junge zu gebären und es entsteht vor den Augen des fleißigen Beobachters eine große Reihe von Geschlechtern, die alle noch mit der Mutterzelle zusammenhängen und eine Art Gewächs bilden, das sich immer weiter und weiter vermehrt und vergrößert.

In der That giebt dies Veranlassung, die Hefe als eine Art

Pflanze zu betrachten, die allenthalben entsteht, wo eiweißartige Körper in Fäulniß übergehen, und die fortwächst, wenn man ein einziges Hefekügelchen in eine Flüssigkeit bringt, die eiweißartigen Stoff enthält.

Der Bierbrauer, der ein wenig Hefe in seinen Gerstenmalz-Aufguß bringt, thäte in diesem Sinne nichts anderes als ein Gärtner, der Pflanzensamen in einen nahrungsreichen Boden einlegt. Die Hefe findet im Malzaufguß Pflanzeneiweiß, die Nahrung der Hefe, vor, und jedes Mutterkügelchen Hefe gebiert darin neue Hefenkügelchen, die weitere Geschlechter gebären, und dieses Wachsen oder richtiger Fortpflanzen und Gebären geht so lange fort, bis aller eiweißartige Stoff aus dem Malzaufguß in neue Hefe verwandelt ist. —

Hiernach ist es erklärlich, daß der Bierbrauer am Ende der Arbeit oft zehnmal so viel Hefe vom Bier abnimmt, als er dazu gethan. Dieses Abnehmen der Hefe ist gewissermaßen die Ernte der Hefe; denn diese Hefe wird sorgfältig gesammelt und dient dazu, in andern Körpern neue Hefe einzupflanzen und wachsen zu lassen.

Aber man pflanzt nicht Hefe um der Hefe willen, sondern wegen der Veränderung, die das Wachsen der Hefe hervorbringt in der Flüssigkeit, in welcher dieses Wachsen vor sich geht.

Die wachsende Hefe, welche den Eiweißstoff der Flüssigkeit an sich zieht, bringt eine Veränderung der Flüssigkeit hervor, und diese Veränderung, die mit der Flüssigkeit vor sich geht, nennt man die Gährung.

Und worin besteht diese Veränderung?

Sie besteht, wie wir bald sehen werden, darin, daß sie den Zuckerstoff der Flüssigkeit in Alkohol verwandelt.

L. Was die Gährung für Veränderung hervorbringt.

Die Veränderung, welche der Zucker erfährt, wenn man in eine Zuckerauflösung, also in Zuckerwasser, ein wenig Hefe bringt, besteht darin, daß sich der Zucker in Spiritus umwandelt.

Das Zuckerwasser wird nunmehr einen branntweinartigen Geschmack haben, und da man die wässerigen Theile der Lösung durch das geeignete Verfahren, durch Destillation von dem Spiritus trennen kann, ist man im Stande, aus Zucker reinen Spiritus zu machen, den wir nunmehr immer Weingeist oder Alkohol nennen wollen.

Wie aber erklärt man sich diese Verwandlung?

Die Erklärung ist nur zum Theil vollständig zu geben und diese ist folgende.

Wir haben gesagt, daß der Zucker in Alkohol verwandelt worden ist. Dies ist eigentlich streng genommen unrichtig. Untersucht man nämlich die Bestandtheile des Alkohols, so findet man, daß sie wohl übereinstimmen in den Urstoffen, die sie enthalten, aber nicht übereinstimmen in den Portionen von jedem einzelnen Urstoff.

Wir wollen uns deutlicher ausdrücken.

Zucker und Alkohol stimmen in den Stoffen überein. Die Bestandtheile des Zuckers sind Sauerstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff, und die Bestandtheile des Alkohols sind gleichfalls Sauerstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff. Allein der Alkohol hat weniger Portionen von zweien dieser Stoffe in sich. In einem Pfund Alkohol ist etwas mehr Wasserstoff wie in einem Pfund Zucker; allein nur so viel mehr, als vom Kohlenstoff und Sauerstoff weniger darin ist.

Die Chemiker haben auf gute Gründe gestützt nachgewiesen, daß, wenn Zucker in Gährung versetzt wird, sich aus demselben zwei neue Dinge bilden, das eine ist Alko-

hol und das andre ist **Kohlensäure**. Da aber die Kohlensäure aus Kohlenstoff und Sauerstoff besteht, so hat der Alkohol von diesen zwei Urstoffen weniger in sich als der Zucker. Man gewinnt daher aus einem Pfund Zucker nicht ein volles Pfund Alkohol, sondern es steigt aus der in Gährung begriffenen Zuckerlösung ein Gas auf, das nichts anderes als Kohlensäure ist, und zwar bekommt man grade um so viel weniger Alkohol heraus, als die aufgestiegene Kohlensäure wiegt.

Es ist bekannt, daß in Kellern, wo viel Bier oder Wein oder Zucker gährt, eine gefährliche Luftart sich entwickelt. Diese Luftart ist die Kohlensäure, die wir schon näher kennen gelernt haben, und sie entsteht aus der Summe von Sauerstoff und Kohlenstoff, die sich von dem Zucker dieser Flüssigkeiten trennt und einen Rest übrig läßt, der nunmehr Alkohol ist.

Es ist also in diesem Sinne ungenau, wenn wir gesagt haben, daß sich Zucker in Alkohol umwandelt; es ist vielmehr strenge genommen eine Trennung, die hier vor sich geht. Es ist ein Zertheilen des Zuckers in zwei verschiedene Dinge, in Alkohol und Kohlensäure; es ist eine Zersetzung, bei welcher die Kohlensäure aus der Flüssigkeit in Blasen aufsteigt und sich in die Luft verliert, während statt des Zuckers ein Theil seiner Bestandtheile als Alkohol in der Flüssigkeit verbleibt.

Allein diese Erklärung giebt nur das sichtbare **Resultat** des merkwürdigen Vorganges; keineswegs aber ist hiermit der hauptsächliche Grund desselben erklärt.

Und in der That gehört diese Erscheinung mit zu den bisher von der Wissenschaft noch nicht gelösten Räthseln. Denn die Frage ist immer noch nicht gelöst, woher es kommt, daß die Hefe so merkwürdig einwirkt, und daß sie im Gerstenaufguß z. B. das Pflanzeneiweiß in Hefe um-

wandelt und weshalb diese Umwandlung den Zuckergehalt zerlegt und Kohlensäure und Alkohol daraus bildet?

Vielleicht könnte es einigen Lesern scheinen, als ob nicht viel darauf ankäme, dieses Räthsel zu lösen; allein eine kurze Betrachtung wird sie sofort von der außerordentlichen Wichtigkeit der richtigen Lösung dieses Räthsels überzeugen. —

Angenommen, daß die Hefe eine wirkliche Pflanze wäre, so wäre es von höchstem Interesse hier wahrzunehmen, daß man diesen Pflanzenstoff machen kann. Dies gelingt bei keinem Pflanzenstoff in der Welt. Eine Pflanze wächst immer nur aus dem Saamen oder einer Zelle einer bereits vorhergegangenen Pflanze. Wäre die Hefe eine Pflanze, so müßte man annehmen, daß diese Pflanze neu geschaffen wird, sobald man eiweißartige Stoffe in Fäulniß übergehen läßt, d. h. daß man aus einem Ding, das keine Pflanze ist, eine Pflanze herstellen kann.

Dies aber ist nun so ganz eine, der ganzen Natur der Pflanzenwelt widersprechende Thatsache, daß man vollen Grund hat, dieser Annahme zu mißtrauen, und deshalb haben Naturforscher der Hefe einen ganz andren Ursprung angewiesen und ihre Wirkung und Vermehrung ganz anders erklärt, als die einer pflanzlichen Fortentwicklung.

Nach dieser Erklärung ist Hefe nur ein Zustand der Auflösung eiweißartiger Stoffe, die im Begriff sind, ihr organisches Leben zu verlieren und in unorganische Stoffe zu zerfallen. Hefe ist gewissermaßen der Zustand des sterbenden Eiweißes. Wenn aber ein wenig Hefe sich scheinbar wie eine Pflanze fortentwickelt, sobald sie in eine eiweißartige Flüssigkeit gebracht wird, so rührt dies — nach der Ansicht vieler Naturforscher — nicht daher, daß sie wie ein Pflanzensaamen wächst, sondern daher, daß sie eine Art Ansteckungskraft hat, und das gesunde Eiweiß,

das noch nicht zerfallen würde, zum Zerfallen und weitern und immer weitern Absterben und Zerfallen anreizt.

Diese wenigen Worte, die freilich nicht ausreichen, die geistvollen Forschungen über die Natur der Hefe auch nur entfernt anzudeuten, werden jedenfalls genügen, dem denkenden Leser zu zeigen, wie wichtig die Frage über die Hefe ist; denn es ist leider eine Thatsache, die ganz fest steht, daß wir die Natur der Ansteckung, trotzdem man so viel von ansteckenden Krankheiten spricht, so gut wie noch gar nicht kennen und in der wissenschaftlichen Medizin das Kapitel von der Ansteckung zu den dunkelsten und räthselhaftesten gehört.

LI. Die Bildung von Meth, Rum, Wein und Bier.

Indem nun die Hefe jede Art von zuckerhaltiger Flüssigkeit in eine weingeisthaltige umwandelt, nennt man diese Art von Gährung die geistige Gährung, und sie ist es, die bei der Bereitung des Meths, des Rums, des Weins und des Biers eine Hauptrolle spielt.

Nimmt man statt Zuckerwasser ein wenig Honigwasser und versetzt es durch Hefe in Gährung, so entsteht daraus bei einem gewissen Punkt der Gährung ein halb scharfes, halb süßes Getränk, das den Namen Meth hat. — Preßt man den süßen Saft von Aepfeln, Johannisbeeren, Stachelbeeren, Kirschen u. s. w. aus und läßt ihn in der Wärme stehen, so entwickeln sich hieraus geistige Getränke, die unter den Namen Apfelwein, Johannisbeerwein oder Kirschwasser bekannt genug sind. Hier braucht man nicht Hefe hinzuzuthun, weil in allen diesen Pflanzen etwas Pflanzeneiweiß und viel Zucker ist; es bildet sich also hier eine eigene Hefe aus, die das Geschäft der Gährung und

Umwandlung der Flüssigkeit vollzieht. Bei aller dieser Gährung zerfällt aber immer der Zucker in zwei Bestandtheile, in Alkohol, der in der Flüssigkeit bleibt und in Kohlensäure, welche in Form von Blasen aus der Flüssigkeit aufsteigt und sich mit der Luft mischt.

Ganz in gleicher Weise verfährt man bei der Fabrikation von Rum, indem man hierzu — wenigstens zu den vorzüglichsten Sorten — den Saft der Zuckerpflanze, des Zuckerrohrs in Gährung versetzt und eine möglichst reine geistige Verwandlung derselben hervorzubringen sucht.

Obwohl nun das eigentliche Wesen aller geistigen Getränke eines und dasselbe ist, und alle ihren geistigen Gehalt eben nur der Zersetzung von Zucker in Weingeist und Kohlensäure zu verdanken haben, so besitzen doch die verschiedenen Früchte jede für sich eine besondere Art und Eigenschaft des Geschmackes und der Wirkung, die sich dem geistigen Getränk, das aus ihnen bereitet wird, mittheilt. — Es ist dies von der Wissenschaft noch nicht vollkommen aufgeklärt, da das, was den Geschmack und die Wirkung von Getränken betrifft, nicht direkt dem Bereiche der Chemie angehört; nur die Erfahrung hat gelehrt, daß jeder Sorte dieser Getränke eine Eigenthümlichkeit zukommt, die sie vor anderen auszeichnet.

Man darf es daher nicht belächeln, wenn man in neuerer Zeit große Versuche anstellen sieht, um die Fabrizirung von Frucht-Wein in die Höhe zu bringen; der Apfelwein, dessen Fabrikation jetzt so sehr im Aufschwung ist, ist schwerlich die Universalmedizin, für welche er ausgegeben wird; aber es läßt sich nicht in Abrede stellen, daß er bei fleißiger Kultivirung und fortschreitender Verbesserung zu einem Getränk werden kann, das in vielen Fällen den wirklichen Wein ersetzt.

Die hauptsächlichsten und wichtigsten geistigen Gäh-

rungen sind und bleiben indessen die des Weins und des Biers.

Beim Wein ist es der Zucker der Weintraube, der in geistige Gährung versetzt wird. Die Hauptsache bei dieser Gährung ist, daß sie langsam vor sich gehe, weshalb man den Saft der Weintraube, den Most, in Fässern nach dem Keller bringt, wo es so kühl ist, daß die Gährung erst nach einigen Monaten vollendet ist. Der Wein hat in diesem Falle keine Oberhefe, sondern die Hefe setzt sich am Boden fest und wird, wie wir bereits erwähnt, die Unterhefe genannt. Wird der junge Wein in Flaschen gebracht, so verbessert er sich durch eine Nachgährung. Geschieht diese Nachgährung in verkorkten Flaschen, so bleibt die Kohlensäure im Wein und bildet die brausenden Weinsorten, den Champagner, und da die Kohlensäure sich nicht entfernen konnte, so bleibt auch noch immer ein Theil des Zuckers unzersetzt, woher der Champagner seinen süßen Geschmack, seinen geringern Gehalt an Weingeist, und seinen Reichthum an Kohlensäure hat, die das Knallen beim Oeffnen, das Zischen und Schäumen beim Eingießen und den prickelnden angenehmen Geschmack beim Trinken verursachen. —

Wird aber auch die Nachgährung in offenen Flaschen abgewartet, so geschieht sie doch so langsam, daß der Wein erst nach und nach seinen Weingeist entwickelt, und wenn dann die Flasche verkorkt und zur Ablagerung in den Keller gebracht wird, so setzt sich die noch nicht ganz vollendete Gährung äußerst langsam fort und dies giebt dem Weine seinen feurigen Geschmack, wenn er recht alt geworden ist.

Obgleich es wissenschaftlich noch nicht vollkommen erklärt ist, so steht doch so viel fest, daß es in den meisten Fällen ein wesentlicher Unterschied ist, ob man eine chemische

Veränderung langsam oder schnell vor sich gehen läßt. Dieser Unterschied zeigt sich so recht beim Weine. Läßt man ihn schnell vollkommen ausgähren und sucht den Zukker in kurzer Zeit vollständig in Weingeist und Kohlensäure zu verwandeln, so giebt dies nur einen schlechten schnell in Essigsäure übergehenden Wein. Läßt man aber all' das langsam vor sich gehen und namentlich so langsam, wie dies bei Weinen gebräuchlich ist, so verbessert sich der Wein fortwährend und erlangt jenen hohen Werth, der am alten Wein sprichwörtlich geworden ist.

LII. Die Fabrikation des Biers in seinen verschiedenen Sorten. — Die Bildung des Aethers aus Alkohol.

Bei der Fabrikation des Bieres spielt ebenfalls die Zerlegung des Zuckers in Kohlensäure und Weingeist die Hauptrolle, und wie man diese vor sich gehen läßt, ob langsam oder schnell, davon hängt es ebenfalls ab, welche Sorten von Bier man erhält.

Der Brauer stellt sich zuerst die Aufgabe, das Stärkemehl der Gerste in Zucker zu verwandeln. Er erreicht dies auf dem bereits erwähnten Wege, indem er das Gerstenmalz mit heißem Wasser überschüttet und einige Zeit an einem warmen Orte stehen läßt. Der Malzaufguß wird bei diesem Vorgang süß, indem sich, wie bereits angegeben, Dextrin und Zucker aus dem Stärkemehl bildet. Jetzt erst, nachdem diese erste Verwandlung vor sich gegangen, jetzt erst kann die zweite chemische Aufgabe vorgenommen werden. Zu diesem Zwecke wird die süße Flüssigkeit, die W ü r z e genannt wird, durchgegossen. Das Malz, das seinen Dienst geleistet hat, wird wieder daraus entfernt

und die Flüssigkeit nun eingekocht, bis sie kräftig und klar genug geworden ist. Läßt man sie dann abkühlen bis auf etwa 25 Grad und bringt etwas Hefe hinein, so beginnt die zweite chemische Umwandlung, die geistige Gährung, bei welcher sich aus dem Zucker Alkohol und Kohlensäure bildet.

Auf solche Weise geschieht die Fabrikation der süßen Biersorten, die in wenig Tagen vollendet ist; das süße Bier ist noch so zuckerhaltig, daß die Gährung noch in den Flaschen, die man verkorkt, sich fortsetzt und daher ein Getränk liefert, dem der Zucker, etwas Weingeist und eine Portion Kohlensäure seinen Geschmack geben. — Die gewöhnlichen Bitterbiere erhalten ihren bittern, den Magen stärkenden Nebengeschmack durch einen Zusatz von Hopfen oder anderen Kräutern, die ähnliche Wirkung hervorbringen.

Die stärkeren Biersorten, wie das bairische Bier, das jetzt sehr in Mode gekommen ist, entstehen durch die langsame Gährung und zwar an kühlen Orten, wie in Kellereien, die besonders hierzu gebaut werden. Die Würze wird zu diesem Zwecke bis auf etwa 8 Grad abgekühlt und sodann in Fässern in die Keller gebracht, woselbst es möglichst kühl ist. Hier geschieht nun die Gährung außerordentlich langsam und wird, wenn man ein recht gutes Bier haben will, bis auf mehrere Monate hin verzögert, wodurch das Bier arm an Zucker, aber reicher an Alkohol und Kohlensäure wird, und deshalb auch eine berauschende Wirkung ausüben kann.

Dieses Bier verliert seine Kohlensäure nicht so leicht, hat nicht mehr Spuren von Hefe in sich, da sich diese als Unterhefe am Boden ansetzt. Es braucht nicht auf Flaschen gezogen zu werden, indem eine Nachgährung nicht nöthig ist, und ist am beliebtesten, wenn es frisch vom Faß kredenzt wird.

Daß das bairische Bier und alle seine Abarten theurer sind als das gewöhnliche Bier, rührt nicht daher, daß es theurere Stoffe in sich hat, sondern liegt hauptsächlich darin, daß der Brauer das Kapital lange darin stehen lassen muß, ehe sein Bier trinkbar wird, und die Kellereien und Lokalitäten es vertheuern.

Es ist ein Leichtes, das Bier so lange gähren zu lassen, daß es sehr reich an Alkohol wird und außerordentlich berauschend wirkt. Der Werth des Bieres wird aber dadurch nicht erhöht; im Gegentheil ist der Genuß von Bier, das zu viel Alkohol enthält, nicht rathsam. Die bairischen Biere in Berlin enthalten meisthin 5—8 Prozent Alkohol, was schon als das höchste Maß angesehen werden kann, bis zu welchem das Getränk förderlich ist. —

Wir haben nun die Verwandlungsreihen verfolgt, die das Stärkemehl der Pflanzen durchlaufen kann, und die alle ein Ergebniß der chemischen Fortsetzung sind. Es schließt aber die Reihe mit dem Alkohol nicht ab, sondern sie verzweigt sich nach zwei Richtungen hin, indem man Alkohol beliebig in Aether oder Essig verwandeln kann.

Die Verwandlung des Alkohols in Aether ist wissenschaftlich von besonders hohem Interesse, hat aber in der praktischen Welt weniger Bedeutung, so daß wir uns mit wenigen Andeutungen hierbei begnügen wollen.

Der Aether wird durch Vermischung von Alkohol und Schwefelsäure hergestellt, bei welcher Mischung nicht etwa die Schwefelsäure ein Bestandtheil des Aethers wird, sondern nur die Aufgabe hat, dem Alkohol etwas von seinem Wasserstoff und Sauerstoff zu entziehen. Hierdurch kann man beliebig aus dem flüssigen Alkohol Leuchtgas machen, das aus Kohlenstoff und Wasserstoff besteht, oder auch eine Flüssigkeit herstellen, welche den Namen „Schwefeläther“ führt. Eine Mischung von Schwefeläther und

Alkohol bildet den Hauptbestandtheil der bekannten Hoffmanns-Tropfen, deren Geruch wohl Jedermann kennt. Die Eigenschaft, die der Aether besitzt, schnell zu verdampfen, giebt ihm in vielen Fällen einen hohen Werth und hat eine geeignete Zubereitung desselben in neuerer Zeit besondere Wichtigkeit dadurch erlangt, daß man Menschen, an welchen man eine schmerzhafte Operation vornehmen will, Aetherdämpfe einathmen läßt, wodurch sie auf kurze Zeit in eine bewußt- und schmerzlose Betäubung fallen, während welcher die Operationen weit sicherer und ohne alle Schmerzen vollzogen werden können.

Nach diesen Andeutungen über den Aether wollen wir nunmehr zur Verwandlung des Alkohols in den bekannten Stoff, in Essig, übergehen. —

LIII. Die Verwandlung des Alkohols in Essig.

Kein Zweig der Fabrikation ist durch die Chemie so außerordentlich erleichtert worden, als die Fabrikation des Essigs. Während die Chemie bei der Erzeugung von Zucker, von Alkohol und Bier nur Verbesserungen der Methode anzugeben brauchte, hat sie in der Essig-Fabrikation ein ganz neues Verfahren eingeführt und mit dessen Hilfe ist man jetzt im Stande ein Fabrikat in wenig Stunden zu erzeugen, zu dem man sonst Wochen und Monate Zeit bedurfte.

Schon die gewöhnliche Erfahrung wird Jeden belehrt haben, daß Bier in warmen Tagen sauer wird. Fragt man sich, was in dem Gemisch, welches im Bier enthalten, in Säure übergegangen ist? so findet man durch Versuche, daß es der Alkohol des Bieres ist, der sich in eigenthümlicher Weise in Essig verwandelt hat.

Man sollte nun glauben, daß wenn der Alkohol des Bieres die ganze Flüssigkeit sauer macht, der bloße Alkohol um so schneller in der Wärme zu Essig werden müßte; allein dem ist nicht so. Es sind zu dieser Umwandlung außer der Wärme noch zwei Umstände nöthig um sie zu vollstrecken und wenn diese beiden Umstände nicht zusammentreffen, so kann die Verwandlung nicht vor sich gehen.

Diese zwei Umstände sind folgende. Erstens muß in der alkoholischen Flüssigkeit, mag sie nun Bier, Wein oder Branntwein heißen, ein Stoff vorhanden sein, der das Bestreben hat, den Sauerstoff der Luft an sich zu ziehen und ihn dann dem Alkohol abzugeben. Zweitens muß die Flüssigkeit mit der Luft in Berührung kommen.

Im Branntwein ist kein Stoff vorhanden, der Sauerstoff aus der Luft anzieht und deshalb kann man ihn in der Wärme offen stehen lassen, wo er zwar verdampfen und schwach, aber nicht in Essig umgewandelt werden wird. Im Bier ist jener Stoff wohl vorhanden. In jedem Bier und Wein ist immer noch ein wenig Hefe vorhanden, die, wenn es warm wird, die Eigenschaft hat, Sauerstoff aus der Luft an sich zu ziehen und ihn dem Alkohol der Flüssigkeit abzugeben, und deshalb wird offen stehendes der Luft zugängliches Bier oder dergleichen Wein sauer und mit der Zeit immer saurer bis aller Alkohol der Flüssigkeit in Essigsäure umgewandelt worden ist.

Essigsäure ist also Alkohol, der eine bedeutende Portion Sauerstoff in sich aufgenommen hat; aber der Alkohol nimmt den Sauerstoff nicht unmittelbar auf, sondern er bedarf gewissermaßen eines Vermittlers, eines Kommissionärs, der für ihn den Sauerstoff erst aus der Luft bezieht und ihm dann denselben überläßt, und diese Vermittlerrolle spielt im Bier und Wein die kleine Spur von Hefe, die darin enthalten ist.

So sonderbar es auch dem Unkundigen erscheinen mag, daß es in der Chemie solche Kommissionäre geben soll, die gewisse Dienste zum Nutzen anderer Stoffe verrichten, so wahr ist doch diese Thatsache und so leicht läßt sie sich in vielen Fällen nachweisen. — So ist z. B. bei der Fabrikation der Schwefelsäure ein solcher Vermittler nöthig, da bei der Verbrennung des Schwefels sich zwar leicht schweflige Säure, eine luftartige halbfertige Schwefelsäure, bildet, aber nicht wirkliche flüssige Schwefelsäure wie man sie braucht. Um aus schwefliger Säure wirkliche Schwefelsäure zu machen, dazu gehört eine stärkere Portion Sauerstoff als der Schwefel beim einfachen Verbrennen aufnehmen kann. Man bedient sich deshalb der Salpetersäure als eines Kommissionärs; denn die Salpetersäure, die sehr viel Sauerstoff enthält, giebt diesen außerordentlich leicht an die schweflige Säure ab, aber in demselben Maße, wie sie ihn abgiebt, holt sie sich frischen Sauerstoff aus der Luft und ergänzt sich ihren Verlust, so daß gewissermaßen die Salpetersäure ein ununterbrochenes Kommissionsgeschäft verrichtet, das heißt: immerfort Sauerstoff aus der Luft nimmt, nicht um ihn zu behalten, sondern um ihn der schwefligen Säure zuzuführen, die dadurch fertige Schwefelsäure wird.

Wer Gelegenheit hat, eine Schwefelsäure-Fabrik zu besuchen, der unterlasse nicht, sich die Einrichtung zeigen zu lassen und vergesse auch nicht, sich die Salpetersäure anzusehen, die diesen getreulichen Kommissionsdienst pünktlicher als alle Kommissionäre der Welt verrichtet.

Ein gleiches Kommissionsgeschäft führt die Spur von Hefe aus, die im Bier vorhanden ist.

Die Hefe zieht Sauerstoff aus der Luft an, was der Alkohol selbst nicht thut; aber der Alkohol hat die Eigenschaft, der angesäuerten Hefe den Sauerstoff zu entziehen,

und ihn selber in sich aufzunehmen. Die Hefe wird dadurch ihren Sauerstoff los und wiederum fähig, neuen Sauerstoff aufzunehmen. Sie thut es, wird wieder vom Alkohol ihres Sauerstoffes beraubt und wird wiederum fähig sich neuen Sauerstoff zu holen; und so geht dies Kommissionsgeschäft immerfort, bis endlich aller Alkohol zu Essigsäure geworden ist.

Wenn nun auch die Spur von Hefe im Bier ein sehr getreuer Kommissionär ist, so geht doch das Kommissionsgeschäft, wie sich denken läßt, für die Essigfabrikation viel zu langsam und deshalb wollen wir im nächsten Artikel die besseren Kommissionäre kennen lernen, durch die das Geschäft in einer unglaublichen Schnelligkeit getrieben wird.

LIV. Die schnellere Verwandlung des Alkohols in Essig.

Die Umwandlung des Weingeistes in Essig geschieht schon schneller als beim gewöhnlichen Sauerwerden des Bieres oder Weins, sobald man zu dem verdünnten Weingeist einen bereits essigsauren Stoff bringt.

Wenn man etwas Branntwein in ein Glas gießt, ihn mit Wasser verdünnt, und ein wenig Sauerteig oder einen Streifen Brod, das mit Essig befeuchtet ist, hineinstellt, so verrichtet diese angesäuerte Zuthat gleichfalls die Vermittlung, von der wir bereits gesprochen haben. Der Alkohol des Branntweins entzieht dem Sauerteig oder dem Brod den Sauerstoff, während dieses immer frischen Sauerstoff aus der Luft anzieht und dieses Uebertragen des Sauerstoffes der Luft auf den Alkohol geht so lange fort, bis aller Alkohol in Essigsäure umgewandelt worden ist.

Zwar ist dies in aller Strenge nicht ganz so. Nicht

der ganze Alkohol wird Essig, sondern der Alkohol verliert durch diesen Vorgang etwas von seinen Bestandtheilen und der Rest wird Essig. Dieser Verlust besteht darin, daß der Alkohol einen Theil seines Wasserstoffs abgiebt und zwar dem hinzutretenden Sauerstoff abgiebt, damit dieser mit dem Wasserstoff Wasser bildet. Hiernach entsteht eigentlich aus einem Pfund Alkohol eine Flüssigkeit, die mehr wiegt als ein Pfund. Das Wasser und die Essigsäure beisammen betragen auch dem Maße nach mehr als der Alkohol betragen hat; denn es ist Sauerstoff aus der Luft hinzugekommen, der mit dem Wasserstoff des Alkohols Wasser gebildet hat; aber grade darum, weil der Alkohol etwas von seinen Bestandtheilen verlieren mußte, um Essigsäure zu werden, darum ist aus dem Pfund Alkohol nicht ein Pfund reine Essigsäure geworden.

Reine Essigsäure ist daher auch viel theurer als reiner Alkohol; unser gewöhnlicher Essig aber ist darum so bedeutend billiger, weil er aus sehr wenig reiner Essigsäure und sehr viel Wasser besteht.

Seitdem aber der Fortschritt der Wissenschaft den eigentlichen Hergang bei der Essigbildung kennen lehrte, ist die Fabrikation des Essigs nicht nur außerordentlich leicht, sondern sie geschieht auch ungemein schnell, und deshalb ist jetzt Essig unvergleichlich billiger als sonst.

Die Schnellessig-Fabrikation gehört zu den interessantesten und verbreitetsten Fabrikationszweigen, weil man zu derselben außerordentlich wenig Einrichtungen braucht. Die ganze Fabrik besteht eigentlich in einer einzigen Tonne, an deren einem Ende man ordinären Branntwein mit viel Wasser verdünnt eingießt und an deren anderem Ende Essig ausfließt.

Um zu zeigen, was in dieser Tonne vorgeht, wollen wir hier eine kurze Schilderung derselben versuchen.

Die aufrecht stehende Tonne hat oben einen Boden, der viele Löcher hat. Durch jedes dieser Löcher wird ein Stückchen Bindfaden gesteckt, woran ein Knoten gemacht wird, damit der Bindfaden nicht durchfällt. Wird nun auf diesen Boden verdünnter Branntwein gegossen, so fließt er an den Bindfäden langsam tropfenweise hinein in die Tonne.

Inwendig aber ist die Tonne mit Hobelspänen aus Büchenholz gefüllt, welche einige Zeit in Essig gelegt waren; der verdünnte Branntwein also fließt hier in der Tonne auf die angesäuerten Hobelspäne und der Alkohol des Branntweins, der an den Hobelspänen entlang fließt, verwandelt sich auf dem weiten Wege, den er langsam von Span zu Span durchwandert, in Essigsäure. Damit aber dies vor sich gehen kann, muß, wie wir bereits wissen, die Luft freien Zutritt haben. Zu diesem Zwecke sind in der Nähe des untern und obern Bodens der Tonne Löcher eingebohrt. Durch den chemischen Vorgang entsteht in der Tonne von selber ein hoher Grad von Wärme, so daß die Luft, die in der Tonne warm wird, zu den oberen Löchern ausströmt, während durch die unteren Löcher frische Luft einströmt. Es entsteht demnach innerhalb der Tonne eine Luftströmung, ähnlich wie die in unsern Lampen-Zylindern, wo auch oben heiße Luft ausströmt und unten kalte Luft einströmt. Diese frische Luft aber bringt den Hobelspänen immer frischen Sauerstoff zu und giebt immer mehr Veranlassung die Essigsäure zu bilden.

So langt der Alkohol, der oben auf den Boden der Tonne gegossen wird, um langsam an den Schnüren hinabzufließen, durch den weiten Weg, den er tropfend fließend von Hobelspan zu Hobelspan macht, und von dem frischen Sauerstoff der Luft stets umweht, in verwandelter Natur auf dem untern Boden der Tonne an, und durch einen Hahn, der daselbst angebracht ist, fließt er als Essig aus.

Man hat es nicht nöthig, die Hobelspäne wiederum in Essig zu legen, denn sie tränken sich von selber immer fort mit frischem Essig, der in ihnen entsteht. Die Fabrik also ergänzt sich immer selber und wenn nur Jemand dafür sorgt, daß oben der Alkohol aufgegossen und unten der Essig fortgebracht wird, so ist die Fabrik in ununterbrochenem Gange. —

LV. Was unsere Chemie kann und nicht kann.

Indem wir nunmehr einen Pflanzenstoff, die Kartoffel, verfolgt haben durch die Verwandlungen, die er annimmt, wenn ihm die Chemie die Mittel und Veranlassung dazu bietet, indem wir gezeigt haben, wie aus der Kartoffel Stärkemehl, aus dem Stärkemehl Gummi, Dextrin und Zucker, aus dem Zucker Alkohol, aus dem Alkohol Aether und Essig gemacht werden kann, hoffen wir unsern Lesern einen Begriff von der großen Aufgabe und den Resultaten beigebracht zu haben, die die Wissenschaft der Chemie sich stellt und löst. Wir wollen für jetzt noch einige Betrachtungen über diese erhabene und an Resultaten reiche Wissenschaft vorführen, um sodann von ihr Abschied zu nehmen und zu einem andern Zweige der Naturwissenschaft übergehen zu können.

Mit Recht wird vielleicht mancher Leser die Frage aufwerfen: vermag die Chemie, die aus Alkohol Essig macht, auch aus Essig wieder Alkohol zu machen? Kann sie, die aus Zucker Alkohol macht, aus Alkohol Zucker herstellen? Ist sie, die im Stande ist aus Stärkemehl Zucker zu machen, auch im Stande aus Zucker Stärkemehl herzustellen?

Die Chemie auf dem gegenwärtigen Standpunkt ihrer

Entwicklung antwortet bescheiden hierauf: das kann ich nicht!

Ja, die Wissenschaft wird dieser bescheidenen Antwort noch das bescheidene Geständniß hinzufügen, daß sie zwar ahnt, wo der Haken liegt, aber doch nicht mit Sicherheit zu sagen weiß, warum ihr dergleichen nicht gelingen will.

Indem aber alle Welt gestehen wird, daß diese Bescheidenheit und Wahrhaftigkeit nur eine Zierde der Wissenschaft ist, wollen wir unsern Lesern, soweit es eben jetzt möglich ist, deutlich zu machen suchen, wo die Grenze der bisherigen chemischen Wissenschaft liegt, und was die Wissenschaft noch zu erstreben hat, bevor sie daran gehen kann, das Kunststück der Verwandlungen ebenso gut rückwärts wie vorwärts zu produciren und z. B. ebenso gut aus Essig Alkohol wie aus Alkohol Essig zu machen.

Zu diesem Zwecke erinnern wir unsere Leser an das, was wir bereits näher mitgetheilt haben, daß nämlich eine deutliche Grenze zwischen den chemischen Vorgängen in der todten Natur und denen in der lebenden vorhanden ist, welche die Wissenschaft noch nicht überschritten hat.

Die Eigenschaften der 60 chemischen Urstoffe kennt der Chemiker ganz genau, wenn er einen dieser Stoffe unter gewissen Umständen zum andern bringt; aber diese Eigenschaften sind durchaus ganz anders, wenn die Natur die Stoffe zu einander bringt, um aus ihnen einen Pflanzen- oder Thierstoff zu bilden. Der Chemiker weiß felsenfest, wenn er ein Maß Sauerstoff und zwei Maße Wasserstoff zu einander bringt und das dazu thut, was zu ihrer Verbindung nöthig ist, daß dann aus diesen Luftarten Wasser entsteht und nichts anderes als Wasser und nicht ein Tröpfchen Wasser weniger oder mehr als er im Voraus berechnet. Bringt er zu dem Wasser noch Kohlenstoff hinzu, also reine Kohle, so hat er Wasser mit Kohle, ohne daß

diese sich chemisch verbinden; und doch weiß er, daß die Natur aus Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff Holz, Stärke, Zucker u. s. w. macht. — Er weiß es, aber er begreift es nicht, wie dies zugeht!

Das ist freilich ein großer Mangel unserer Wissenschaft; aber die Chemie kann sich mit einer andern Wissenschaft trösten, die wahrlich der Stolz der Menschheit ist, sich aber in ganz gleichem Falle der Unwissenheit befindet. Wir meinen: die Astronomie.

Der Astronom weiß es ganz genau, wie zwei Himmelskörper, die einander anziehen, sich gegenseitig in ihrem Lauf verhalten, wie jeder von ihnen die Bahn des andern ändert; fragt man ihn aber, wie ist es, wenn ein dritter Himmelskörper hinzutritt, so daß die Anziehung zwischen dreien stattfindet, so gesteht er, daß der Verstand der Verständigsten bisher noch keine direkte Lösung dieser Frage gefunden hat. Um es deutlicher zu sagen: Die gegenseitige Einwirkung von Sonne, Erde und Mond auf deren Bewegungen ist in der Astronomie nur durch die scharfsinnigsten Hilfsmittel annährend genau zu berechnen; eine direkte mathematische Lösung ist bisher noch nicht gelungen. Man nennt dieses Räthsel in der Sprache der Wissenschaft, „das Problem der drei Körper", das man schon seit zweihundert Jahren vergebens zu lösen sucht. —

In gewissem Sinne kann man jede chemische Verbindung, die die Natur in den Pflanzen schafft, auch ein „Problem der drei Körper" nennen, denn in jeder Pflanze sind mindestens drei Urstoffe verbunden; die Wissenschaft aber kann immer nur zwei Urstoffe mit einander verbinden. Ja, es reicht ihr Scharfsinn nicht einmal aus, sich eine klare Vorstellung davon zu machen, wie drei Urstoffe mit einander sich verbinden, ohne daß sich vorher zwei derselben verbunden haben.

Die Folge dieses Umstandes ist, daß die Chemie noch im Dunkeln ist über den Aufbau der Pflanzenstoffe, selbst wenn sie das Bau-Material ganz genau kennt.

Ganz anders aber ist es, wenn sie dem bereits aufgebauten Pflanzenstoff einen Theil des Urstoffes entzieht und nur einen Rest übrig läßt, wo sie also nicht aufbaut, sondern von dem Bau etwas fortnimmt; in solchem Falle weiß sie, was übrig bleibt und kann mit Sicherheit daraus berechnen, was aus dem Uebriggebliebenen werden muß.

Wir werden im nächsten Artikel sehen, wie dieser Unterschied es einigermaßen erklärt, weshalb man aus einem Pflanzenstoff einen andern und nicht aus dem andern wieder den vorherigen machen kann; es wird sich aber auch zugleich zeigen, daß solches vorwärts- und rückwärts-Schaffen in einzelnen Fällen wohl noch gelingen wird.

LVI. Wo die Kunst der Chemie scheitert.

Wenn der Chemiker aus Alkohol Essig macht, so wissen wir, daß es dadurch geschieht, daß er dem Alkohol etwas abnimmt, etwas entzieht. Er bringt unter günstigen Umständen dem Alkohol, der mehr Wasserstoff hat als der Essig, eine Portion Sauerstoff und dieser Sauerstoff zieht aus dem Alkohol den Wasserstoff heraus, und bildet damit Wasser, dadurch bleibt vom Alkohol ein Rest seiner Bestandtheile, der nichts anderes als Essig ist.

Streng genommen hat also der Chemiker nicht Essig gemacht, sondern er hat ihn nur übrig gelassen. Er besaß früher Alkohol, das ist Essig mit zu viel Wasserstoff, durch seine Vorrichtung nahm er den überflüssigen Wasserstoff fort und es blieb nur Essig übrig. —

Ganz so ging es dem Chemiker, als er Zucker in Al-

kohol verwandelte. Er hat auch hier nicht den Alkohol gemacht, sondern er nahm nur dem Zucker eine Portion Kohlenstoff und Sauerstoff fort und führte diese als Kohlensäure hinaus, dadurch blieb vom Zucker nur der Alkohol übrig. Man kann auch hier sich vorstellen, daß Zucker nur Alkohol ist, der zuviel Kohlenstoff und Sauerstoff hat und daß demnach der Zucker als Alkohol erscheint, sobald man das fortnimmt, was er zuviel besitzt.

Freilich könnte man sich denken, es müßte hiernach eine Kleinigkeit sein aus Essig Alkohol und aus Alkohol Zucker zu machen. Dem Essig brauchte man nur Wasserstoff zuzubringen um ihn wieder Alkohol werden zu lassen und dem Alkohol brauchte man nur Kohlensäure zu geben, damit er Zucker werde. Aber hier eben liegt der Knoten. Man kann zwar in eine Flasche mit Essig eine Portion Wasserstoff hineinpumpen und die Flasche gehörig zustopfen, um den Wasserstoff nicht hinauszulassen, aber das würde nicht die Spur helfen, wenigstens nicht zum Zweck führen, denn bis jetzt ist kein Chemiker im Stande, den Essig zu zwingen, daß er sich mit Wasserstoff zu einer chemischen Verbindung bequeme. Ganz ebenso wenig würde die Kohlensäure sich organisch mit dem Alkohol verbinden, wie wir denn sehen, daß in unserem Champagner Weingeist und Kohlensäure Jahre lang recht fest verpropft in einer Flasche leben, ohne sich zu Zucker zu verbinden.

Das Schwierige liegt darin, daß man kein Mittel kennt, einen organischen Stoff künstlich herzustellen, das heißt ihn aufzubauen aus den Urstoffen; oder auch nur eine bereits fertige organische Verbindung zu zwingen, daß sie sich weiter mit einem zugebrachten Urstoff organisch verbinde.

Schon anders klingt die Antwort auf die Frage: ob

man ebenso gut aus Zucker Stärkemehl machen kann, wie man aus Stärkemehl Zucker macht.

Diese Frage muß man zwar für jetzt auch mit Nein! beantworten; allein die Antwort ist um es diplomatisch zu sagen, nur eine provisorische. Man kann dies vorläufig nicht; aber es ist wohl möglich, daß heute oder morgen eine Erfindung der Art gemacht wird.

Unsere Leser werden sich erinnern, daß wir nachgewiesen haben, wie bei der Verwandlung des Stärkemehls in Zucker nichts von den Bestandtheilen des Stärkemehls fortgenommen worden ist, sondern daß nur durch die Anwesenheit der Schwefelsäure oder des Malzausgusses, die Diastase heißt, die Bestandtheile des Stärkemehls umgelagert worden sind. Man hat dadurch, so zu sagen, die kleinsten Theilchen der Bestandtheile aus der vorherigen Lage gerissen und sie anders geordnet. Nun ist zwar dieses Kunststück noch unerklärt und räthselhaft; aber soviel steht fest, daß sehr leicht Zufall oder Scharfsinn dahin führen kann, ein Verfahren ausfindig zu machen, wie man die Bestandtheile des Zuckers wieder anders umlagern oder so zu sagen zurecht rücken kann, so daß sie wieder so zu liegen kommen, wie sie im Stärkemehl gelegen haben, und in solchem Falle — der gar nichts Unwahrscheinliches an sich hat — wird ohne allen Zweifel der Zucker wieder Stärke geworden sein.

Und doch darf die Wissenschaft die Hoffnung nicht aufgeben, daß sie dereinst wird organische Stoffe künstlich erzeugen können; denn Anfänge hierzu sind bereits vorhanden.

Freilich sind diese Anfänge bescheiden und nach der Ansicht vieler Gelehrten sogar zweifelhaft. Ja, unsere Leser werden vielleicht lächeln, wenn wir sagen, welch eine organische Verbindung es ist, die man künstlich herstellen

kann, und werden nicht begreifen, wie es die Gelehrtesten unseres Jahrhunderts so außerordentlich freuen kann, daß solch ein widerwärtiger Stoff künstlich dargestellt wurde; sie werden es kuriose finden, daß man um dieses ekelhaften Stoffes willen stolz auf die Wissenschaft und ihre Meister ist. Aber es ist nicht der Stoff, über den man sich freut, und den man ohne Mühe sehr billig haben kann, sondern es ist der erste Schritt zum großen Ziele, der den Männern der Wissenschaft so großartig erschien, als der verdienstvolle Chemiker Wöhler den Harn-Stoff künstlich darstellte, den die Natur im lebenden Körper des Thieres hervorbringt.

Wenn es auch angezweifelt wird, ob man den Harnstoff als Produkt des Lebens betrachten kann, weil er ja eben aus dem lebenden Körper entfernt wird, so ist es doch anerkannt, daß seine künstliche Herstellung ein bedeutender Gewinn für die Wissenschaft ist. —

Hieraus aber darf jeder Leser die Lehre ziehen, daß es ein Vorzug der Naturwissenschaft ist, daß ihr nichts zu gering, nichts zu gleichgiltig oder widerwärtig sein darf, wie wir denn unseren Lesern versichern dürfen, daß der größte deutsche Chemiker, der Stolz unserer Zeit, daß sich Justus Liebig in den letzten Jahren auf's fleißigste mit der Untersuchung des Thier- und Menschendüngers beschäftigt und segensreiche Resultate daraus für die Wissenschaft und das praktische Leben gewonnen hat.

LVII. Die Bedeutung der Chemie als Wissenschaft.

Bevor wir nunmehr unser diesmaliges Thema verlassen, wollten wir noch zeigen, wie übergroß das Gebiet der Chemie bereits ist und wie unendlich groß noch die

Aufgabe ist, die sie sich zu stellen hat und auch schon stellt.

Man kann in vollem Sinne des Wortes sagen: die Chemie ist so unendlich wie die Welt.

Alles, was wir bisher unsern Lesern in kurzen Umrissen vorgeführt haben, ist im Grunde genommen nichts als ein schwaches Bild der Verwandlungen, welche vier Urstoffe annehmen können. Wir haben so eigentlich nur mit Sauerstoff und Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff etwas zu thun gehabt, und haben diese in ihrem Wesen als unorganische wie als organische Verbindung in einigen Pflanzenstoffen gezeigt. Es giebt aber, wie bereits erwähnt, mehr als 60 Urstoffe und jeder dieser Stoffe spielt eine Rolle in der Welt und muß von der Wissenschaft in all seinen Verbindungen betrachtet werden; und wenn nicht jeder dieser Stoffe gleiche Wichtigkeit in der Welt hat, so ist doch wohl klar einzusehen, daß die große Zahl derselben das Gebiet der Wissenschaft unendlich erweitert.

Aber wäre man auch mit diesen Stoffen schon fertig, so bliebe doch noch ein unübersehbares Feld des Forschens, um all die Räthsel zu lösen, die sich in jedem einzelnen Stoffe zeigen. Der gründliche Chemiker beruhigt sich nicht mit der Thatsache, daß Kohlenstoff die Neigung hat, sich mit dem Sauerstoffe der Luft zu verbinden und daß diese Verbindung im Verbrennen vor sich geht. Er fragt sich, was ist denn diese räthselhafte Neigung? Warum verbindet sich mit einer bestimmten Portion Kohle nur eine ganz genau bestimmte Portion Sauerstoff zu Kohlensäure? Was geht denn vor im Moment dieser Verbindung? Liegen in der Kohlensäure die Kohle und der Sauerstoff neben einander in unsichtbaren kleinen Theilchen geordnet, oder durchdringen sie einander der Art, daß selbst ein Mikroskop, das unendlich vergrößert, kein Theilchen beider Stoffe zei-

gen würde? Die Wissenschaft hat höchst sinnreiche Gesetze der Verbindungen aufgefunden, die sich immer mehr und mehr bestätigt haben; allein der Grund dieser Gesetze ist im höchsten Grade räthselhaft. In der neuesten Zeit sind herrliche Entdeckungen gemacht, die dahin führen, daß die Chemie und Elektrizität sehr nahe verwandt sind; aber es fragt sich, ob beide eines und dasselbe sind, oder ob die Chemie nur eine Erscheinung der Elektrizität oder ob die Elektrizität nur eine Erscheinung der Chemie ist oder ob gar beide — was wahrscheinlicher ist — nur die Erscheinungen einer uns noch ganz unbekannten Kraft sind?

Nicht minder sind höchst auffallende Entdeckungen gemacht worden über den Zusammenhang des Gewichts der Urstoffe zu der Art ihrer chemischen Verbindung. Aber auch dieses sind noch große Räthsel, die ihrer wissenschaftlichen Lösung harren. Noch interessanter sind die neuesten Entdeckungen, die darthun, daß ein ganz enger Zusammenhang besteht zwischen der Fähigkeit eines Urstoffes sich chemisch mit einem andern zu verbinden und der Fähigkeit desselben Urstoffes sich zu erwärmen. Allein auch dieses Gesetz, — das wissenschaftlich so ausgedrückt wird, daß die Atom-Gewichte eines Urstoffes multiplizirt mit seiner spezifischen Wärme immer eine und dieselbe Zahl ergeben — ist noch unergründet und erwartet noch seinen scharfsinnigen Meister, der es genau nachweist und erklärt. —

Die Wissenschaft der Chemie ist selbst im jetzigen bereits unübersehbaren Gebiet doch erst noch an der Pforte ihres erhabenen Gebietes!

Begeben wir uns gar auf das Feld der Chemie der Pflanzenstoffe, der organischen Chemie, so erweitert sich die Aufgabe bis zu ganz unübersehbaren Grenzen. Was man sonst Philosophie oder leider Gottes oft gar Theologie

nannte, ist jetzt für den Naturforscher zu einem leeren Spiel mit Masken und irrigen vorgefaßten Meinungen herabgesunken. Was man sonst Leben und Lebenskraft nannte und in früheren Zeiten durch philosophische Spekulationen und fromme Offenbarungen erkannt haben wollte, das hat jetzt die Naturwissenschaft und namentlich die Chemie vor ihre Schranken gerufen und versucht ihre Kraft an dieser höchsten Aufgabe des menschlichen Geistes. Nicht umsonst ist jetzt das Studium der sogenannten Philosophie zu einer Kuriosität herabgesunken, seitdem die Entdeckungen der Naturwissenschaften die alten Hirngespinnste Lügen gestraft haben; nicht umsonst eifert die überfromme Theologie gegen die „unchristliche" Naturwissenschaft, die nicht umkehren will. Unter diesen nimmermehr „umkehrenden" Wissenschaften nimmt die Chemie einen Hauptplatz, vielleicht den Hauptplatz selber ein und fühlt sich so sicher bereits in ihrem Siege, daß sie schweigend fortschreitet, selbst wenn ein frommer Herr mit der Bibel in der Hand den Beweis führt, daß Wasser nicht aus Sauerstoff und Wasserstoff gemacht werden kann.

LVIII. Die höchste Aufgabe der Thier-Chemie.

Noch weit erhabener und unübersehbar erscheint das Gebiet der Chemie, wenn man sich auf das Feld begiebt, das von ihren Meistern erst in den letzten Jahrzehnten betreten worden ist, wir meinen das Feld der Thier-Chemie, der physiologischen Chemie.

Wenn schon in den Pflanzen die Chemie eine so erhabene und unübersehbare Rolle spielt, wenn sie schon dort aus der verschiedenen Zusammenstellung der vier Urstoffe,

die wir in Betracht gezogen haben, eine so unendliche Reihe von verschiedenen Pflanzengattungen und Pflanzenstoffen erzeugt, daß die Forscher ermüden, ihre Grenzen aufzusuchen, — so ist das, was die Chemie in der Thierwelt erzeugt, von noch gar nicht übersehbarer Ausdehnung.

Wollten wir jetzt schon dem Volke einige Resultate dieses herrlichen Zweiges der Wissenschaft vorführen, so müßten wir, der Wahrheit getreu, mit dem Bekenntniß beginnen, daß diese Wissenschaft noch nicht einmal so weit ist, die bloße Materie ihrer Aufgabe zu überblicken, geschweige denn, sie einzutheilen und mit Sicherheit zu ordnen.

In der Pflanzen-Chemie ist mindestens das Räthsel bekannt, dessen Lösung die Forscher suchen; in der Thier-Chemie ist selbst das Räthsel noch unbekannt in seinen einzelnen Theilen und es gehört die große Geduld und Ruhe und Ausdauer, und Treue und Liebe dazu, die nur die ernstliche Forschung gewähren kann, um nur einigermaßen die Aufgabe in den kleinsten Theilen zur Anschauung zu bringen.

Ein Stückchen Fleisch von der Größe eines Nadelkopfes ist für den Forscher, der es mit dem Mikroskop untersucht, ein noch unübersteigbarer Berg, über den sich Frage über Frage aufthürmt. Es ist ein Gewirre von unendlich feinen Nervenfasern, deren es drei Klassen giebt, und jedes Nervenfäserchen hat eine Hülle, einen Schaft und ein Mark, von denen jedes besonders untersucht werden muß, da es sicherlich auch verschiedener chemischer Beschaffenheit ist. Durch dieses Gewirr von Nervenfäserchen schlängelt sich ein anderes Gewirr von fast unsichtbaren Blutgefäßen, von Aederchen, deren es wiederum zwei Gattungen giebt, deren beiderseitige Grenzen man nicht einmal kennt. Dieses Gewirr von Nervenfasern und Blutgefäßen

durchschlängelt das Muskelfleisch, das wiederum aus einer großen Reihe vereinzelter Gebilde besteht. Da sind längsgestreifte Muskelfasern, die perlenschnurartig gereiht sind, und von denen jede in einer Hülle liegt. Von Hülle zu Hülle laufen wieder Querfasern, deren Natur wieder anders ist als die Fasern, die der Länge nach laufen. Dazwischen befinden sich Bindegewebe von wiederum anderer Natur und chemischer Beschaffenheit, und all' das ist umhüllt von einer erst durch Liebig entdeckten Flüssigkeit, die nicht Blut und Fleisch ist. —

Will nun die Wissenschaft mit jener Gewissenhaftigkeit zu Werke gehen, welche ihr ziemt, so darf sie es jetzt nicht mehr machen wie ehedem, wo sie ein ganzes Stück Fleisch in Pausch und Bogen untersuchte und die chemischen Bestandtheile von sammt und sonders bekannt machte, sondern sie hat vorerst die unendlich schwierigere Aufgabe jeden Theil zu sondern, ein Stückchen Fleisch, das für das bloße Auge kaum sichtbar ist, in mehr als zwanzig verschiedene Gebilde zu trennen; jeden getrennten Theil in seinen verschiedenen Gestalten zu untersuchen! jede Gestalt von neuem einer Untersuchung zu unterwerfen, und erst dann auf eine Reihe von fast übermenschlichen Mühen und Forschungen gegründet an die Frage zu gehen: wie wirken all' diese vereinzelten Gebilde zu und aufeinander ein?

Wie aber, wenn zu all' den Untersuchungen noch die Frage hinzutritt, ob nicht in dem unter dem Mikroskop liegenden Stückchen todten Körpertheil ganz andere Beziehungen obwalten, als in demselben während des Lebens thätig sind?

Gewiß, der Laie erschrickt vor der Unmasse von Schwierigkeiten und Fragen, der Mühen und Forschungen, die sich berghoch aufthürmen, wenn man auch nur das kleinste

Gebilde der Thierwelt bis zu den Grundbestimmungen verfolgen soll. Wer sich einen Vorbegriff derartiger Arbeiten verschaffen will, der blicke einmal in das neueste Werk dieses Faches, in das vorzüglich klar geschriebene „Lehrbuch der physiologischen Chemie von C. G. Lehmann in Leipzig.“ Es wird ihn Erstaunen und Bewunderung erfassen vor dem Geistes- und Forscherdrang, der in dieser Wissenschaft leben muß, wenn er sieht, wie Hunderte von Gelehrten sich vereinen müssen in ihren Bestrebungen, um dieser erhabenen Wissenschaft auch nur einen Schritt weiteren Raum abzugewinnen; aber er wird auch eine Ahnung erhalten von dem großen Geist der Wahrhaftigkeit und Treue, der in der Wissenschaft waltet, die nicht sich und andere täuschen und nicht mit leeren Worten die Lücken verdecken und die Grenzen verwischen will, die der jetzigen Erkenntniß gesteckt sind.

Aber Eines wird er gewahren, daß es vorwärts geht. Langsam und nach allen Seiten hin zerstreut, bewegt sich dieser Zweig der Wissenschaft, der in innigster Berührung mit allen Naturwissenschaften steht; aber die Jünger derselben sind nicht wenig. In Deutschland, England und Frankreich hat die Wissenschaft der Thier-Chemie ihre treuen Verehrer und unermüdlichen Jünger. Viele tausend Mikroskope suchen und untersuchen Stoffe der Thierwelt, um des Lebens innerste Geheimnisse an dem Stoffe zu erforschen. Viele Namen, dem Volke unbekannt, viele Männer, vom Volke unbeachtet, sind Zierde und Stolz der Wissenschaft geworden. Wie im gesellschaftlichen Leben, hat auch im wissenschaftlichen die Theilung der Arbeit stattgefunden, in welcher jeder auf seinem Posten treu ausharrt, bis ein großer Meister kommt, der Theil zu Theil fügt und zur Einheit des Geistes gestaltet, was jetzt die Geister des Einzelnen hegen.

Und nun schließen wir unser Thema „ein wenig Chemie“ mit dem Wunsche, daß wir durch unsere Darlegung Liebe und Verehrung zur Wissenschaft, ihren Jüngern und Meistern und Geistern im Volke angeregt und den Gedanken befestigt haben, daß die Welt im Fortschritt und die Wissenschaft nicht im Umkehren begriffen ist.

Druck für Duncker & Weidling in Berlin,
F. Weidling.